

## PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

Date of mailing (day/month/year)  
18 May 2001 (18.05.01)

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

International application No.  
PCT/JP00/06442

Applicant's or agent's file reference  
FP00-0155-00

International filing date (day/month/year)  
20 September 2000 (20.09.00)

Priority date (day/month/year)  
20 September 1999 (20.09.99)

## Applicant

HARUMOTO, Michiko et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
14 February 2001 (14.02.01)

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
\_\_\_\_\_

2. The election  was was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Antonia Muller

Telephone No.: (41-22) 338.83.38



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001年3月29日 (29.03.2001)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/22135 A1

(51) 国際特許分類: G02B 6/16, 6/10

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/06442

(22) 国際出願日: 2000年9月20日 (20.09.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願平11/265434 1999年9月20日 (20.09.1999) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(HARUMOTO, Michiko) [JP/JP]; 茂原政一 (SHIGEHARA, Masakazu) [JP/JP]; 〒244-8588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 長谷川芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiaki et al.); 〒104-0061 東京都中央区銀座二丁目6番12号 大倉本館 創英國際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): KR, US.

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

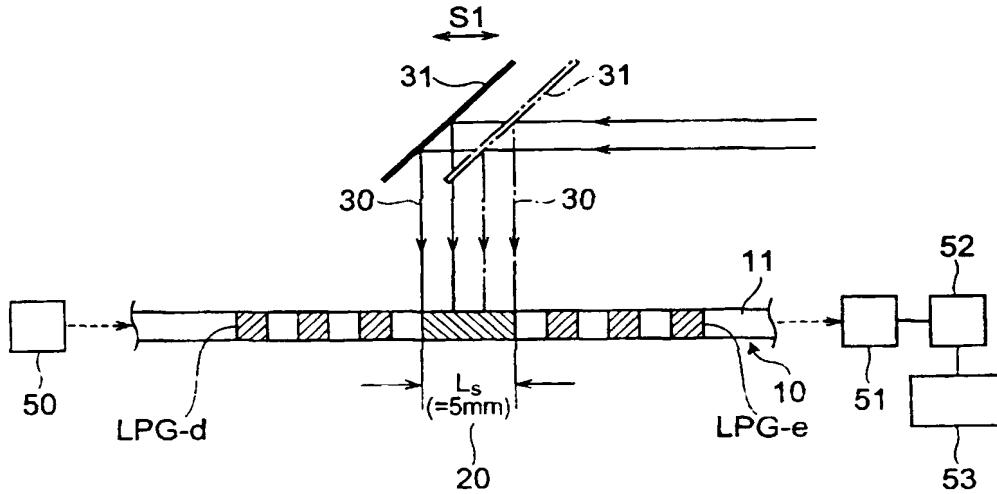
添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

(72) 発明者: および  
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 春本道子

(54) Title: METHOD FOR FABRICATING OPTICAL LOSS FILTER AND OPTICAL LOSS FILTER

(54) 発明の名称: 光損失フィルタの製造方法および光損失フィルタ



WO 01/22135 A1

(57) Abstract: Method for fabricating an optical part applicable to the field of optical communication, especially an optical loss filter having a long-period fiber grating for reducing the wavelength dependence of the gain of a rare-earth element doped fiber amplifier and an optical loss filter fabricated by this method. The method for fabricating an optical loss filter in an optical waveguide having a core of specified refractive index comprises a first step of fabricating first and second long-period gratings spaced at a specified interval in the axial direction of the photosensitive core of the optical waveguide and a second step of irradiating the core between the first and second long period gratings with ultraviolet radiation. Since irradiation of the core with ultraviolet radiation can be varied continuously, desired accurate transmission characteristics can be easily imparted to the optical loss filter. Furthermore, a small optical loss filter can be fabricated because the number of long-period gratings to be formed can be decreased.

[統葉有]



---

(57) 要約:

本発明は、光通信分野などに適用可能な光学部品であって、特に稀土類添加ファイバアンプの利得の波長依存性を低減するための長周期ファイバグレーティングを備えた光損失フィルタの製造方法およびその方法により製造された光損失フィルタに関する。本発明の光損失フィルタの製造方法は、所定屈折率のコアを有する光導波路に光損失フィルタを製造する方法であって、光導波路の感光性を有するコアの軸方向に所定間隔を設けて第1及び第2長周期グレーティングを形成する第1工程と、第1長周期グレーティングと第2長周期グレーティングとの間のコアに紫外光を照射する第2工程と、を含む。この方法では、コアに照射する紫外光の照射量は連続的に変えることが可能であるため、この照射量を調節することで光損失フィルタについて所望の透過特性を精度良く、かつ容易に得ることが可能となる。また、形成される長周期グレーティングの個数を少なくすることができるため、小型に製造することが可能となる。

## 明細書

### 光損失フィルタの製造方法および光損失フィルタ

#### 技術分野

本発明は、光通信分野などに適用可能な光部品であって、特に稀土類添加ファイバアンプの利得の波長依存性を低減するための長周期ファイバグレーティングを備えた光損失フィルタの製造方法およびその方法により製造された光損失フィルタに関する。

#### 背景技術

代表的な光ファイバ通信システムは、光源を含む光送信器と、この光送信器に一端が接続された光ファイバ線路と、この光ファイバ線路の他端に接続された光受信器とを備えている。光ファイバ線路中には、所定波長領域の光信号を増幅するための光増幅器が設置される。このような光ファイバ通信システムでは、多くの場合、1.5  $\mu$ m帯のWDM信号が利用され、光増幅器としてエルビウム(Er)等の稀土類が添加されたファイバアンプが使用されている。このエルビウム添加ファイバアンプ (EDFA : Erbium-Doped Fiber Amplifier) は、所定波長の励起光により該EDFA内に電子状態の反転分布を形成し、該反転分布領域に入射された1.5  $\mu$ m帯の入射光により誘導放出を誘起させて該入射光を増幅する。

このような光ファイバ通信システムでは、EDFA内において励起光パワーとErイオンとの相互作用によって生成された増幅自然放射(Amplified Spontaneous Emission : ASE) がノイズ成分となる。このASEは、利得の低下や雑音指数の増大をもたらすとともに、該ASEが1.53  $\mu$ mをピークとしたパワー分布を有することから、複数のEDFAによって光増幅が繰り返されるとASEのパワー分布に影響されて各波長成分の光信号ごとにその利得にバラツキが生じてしまう(光増幅器の増幅利得に波長依存性が生じてしまう)。このため、互いに異なる波長の複数の光信号を伝送するWDM (Wavelength Division Multiplexing) 通信

システムでは、チャンネルごと（光信号ごと）に異なる利得が与えられてしまい、これによって幾つかのチャンネルのビット誤り率が高くなるという問題が生じる。

これらの問題を解決するために、波長選択性を有し無反射の長周期グレーティングを備えた光損失フィルタは、EDFA等の利得等化器として開発されている。

この長周期グレーティングは、光導波路の軸に沿ってコア内に形成された周期的に屈折率が異なる周期構造を有し、光導波路を伝搬するコアモードとクラッドモードとの間の結合を誘起するグレーティングである。このグレーティングの周期は、1周期内のコアモードとクラッドモードとの光路差が所定波長と等しくなるように設定されていて、コアモードからクラッドモードへの強いパワー変換をもたらすようになっている。その結果、長周期グレーティングは、コアモードを放射させる作用を有することになり、コアモードの強度を所定波長（損失波長）を中心とした狭い帯域にわたって減衰させる。

長周期グレーティングによってコアからクラッドに結合される光の波長スペクトルの中心波長、すなわち損失波長は、次式に基づいて決まる。

$$\beta_{\text{コア}}^{(1m)} - \beta_{\text{クラッド}}^{(n)} = 2\pi/\Lambda \quad \dots \quad (1)$$

ここで、 $l$ 、 $m$ はコアモードの次数（基本モードLP01なら $l=0$ 、 $m=1$ ）であり、 $\beta_{\text{コア}}^{(1m)}$ は（1m）で規定されるコアモードの伝搬定数であり、 $\beta_{\text{クラッド}}^{(n)}$ は $n$ 次のクラッドモードの伝搬定数であり、 $\Lambda$ は長周期グレーティングの周期である。

伝搬定数 $\beta_{\text{コア}}$ 、 $\beta_{\text{クラッド}}$ は波長に依存するパラメータであるから、上記（1）式から、周期 $\Lambda$ を調整して長周期グレーティングを形成することにより長周期グレーティングの損失波長を制御できることがわかる。また、 $\beta_{\text{コア}}$ はコアの実効屈折率、 $\beta_{\text{クラッド}}$ はクラッドの実効屈折率にそれぞれ依存するから、グレーティングの周期を一定とした場合には、長周期グレーティングの損失波長は、主として長周期グレーティングが形成された部位におけるコアとクラッドとの実効屈折率差に依存することになる。グレーティング形成部におけるコアの実効屈折率は変調

された屈折率の平均値を基礎として考えることができ、グレーティング形成部におけるコアとクラッドとの実効屈折率差は、コアの屈折率の平均値と、クラッドの屈折率との差に依存する。グレーティング形成時の紫外線の照射量に応じてコアの屈折率変調の振幅が変化し、これに応じてコアの屈折率も変化するから、結局、紫外光の照射量を調整して長周期グレーティングを形成することにより、コア・クラッド間の実効屈折率差を調整し、長周期グレーティングの損失波長を制御することも可能である。

通常、1.55  $\mu$ m帯のEDFAは図20に示すように、1530 nm付近に急峻な利得ピークを、また、1540～1560 nmに緩やかな2つのピークを有する。このため、図21に示されるような透過特性を有する長周期グレーティングを用いて利得等化器を構成する方法として、2つのグレーティング間で、コア・クラッドモード間の位相差に変化を与えることで、透過特性をEDFAのロスプロファイルに近付ける、いわゆる、位相シフト長周期グレーティングを用いる方法（文献1：Electron.Lett., Vol.34, No.11, p.1132, 1998. 文献2：信学技報、OPE98-111, p. 13, 1998.）がある。

### 発明の開示

発明者らは、上述の従来技術を検討した結果、以下のような課題を発見した。すなわち、文献1に示されている先行技術では、波長帯域30 nmという広い帯域での利得平坦化を達成しているものの、利得偏差は2 dBと大きく、十分な特性とは言えない。一方、文献2に示されている先行技術では、利得偏差0.2 dBという利得平坦化が達成されているが、1530 nm付近の利得ピークを使用帯域外としているために、帯域は24 nmと狭くなっている。そして、このような位相シフト長周期グレーティングの製造方法として、文献2に示される先行技術では、集光レンズとステージを用いて、1周期分ずつ屈折率変調を作製し、途中でステージの移動量をずらす方法を用いているが、この方法では高精度のステ

ージ制御が必要となり、所望の透過特性を精度良く、かつ容易に得ることが困難であった。

そこで本発明は、所望の透過特性を精度良く、かつ容易に得ることができ、また、小型に製造することが可能な光損失フィルタの製造方法およびその方法により製造された光損失フィルタを提供することを目的とする。

本発明に係る光損失フィルタの製造方法は、所定屈折率のコアを有する光導波路に光損失フィルタを製造する方法であって、光導波路の感光性を有するコアの軸方向に所定間隔を設けて第1及び第2長周期グレーティングを形成する第1工程と、第1長周期グレーティングと第2長周期グレーティングとの間のコアに紫外光を照射する第2工程と、を含む。

この光損失フィルタの製造方法では、第1工程において第1および第2長周期グレーティングを形成することで、第1および第2長周期グレーティングの組合せにより初期の透過特性が得られる。そして、第2工程においてコアに紫外光を照射することで、この初期の透過特性が変更される。このとき、コアに照射する紫外光の照射量は連続的に変えることが可能であるため、この照射量を調節することで所望の透過特性を精度良く、かつ容易に得ることが可能となる。また、形成される長周期グレーティングの個数を少なくすることができるため、小型に製造することが可能となる。

本発明に係る光損失フィルタの製造方法では、第1工程と前記第2工程との前、あるいはそれら両工程の後に、さらに1つ以上の第3の長周期グレーティングを形成する第3工程を含んでもよい。このようにすれば、光損失フィルタの透過特性の多様化が一層図られる。

また本発明に係る光損失フィルタの製造方法は、所定屈折率のコアを有する光導波路に光損失フィルタを製造する方法であって、光導波路の感光性を有するコアの軸方向に屈折率変動幅および屈折率変動周期が夫々一定の第1長周期グレーティングを形成する第1工程と、第1長周期グレーティングが形成されたコアの

軸方向の区間内で、かつ、該区間の両端を除く所定区間に紫外光を照射する第2工程と、を含む。

この光損失フィルタの製造方法では、第1工程において第1長周期グレーティングを形成することで、初期の透過特性が得られる。そして、第2工程においてコアに紫外光を照射することで、この初期の透過特性が変更される。このとき、コアに照射する紫外光の照射量は連続的に変えることが可能であるため、この照射量を調節することで所望の透過特性を精度良く、かつ容易に得ることが可能となる。また、形成される長周期グレーティングの個数を少なくすることができるため、小型に製造することが可能となる。

また本発明に係る光損失フィルタの製造方法では、第1工程と前記第2工程との前、あるいはそれら両工程の後に、さらに1つ以上の第2長周期グレーティングを形成する第3工程を含んでもよい。このようにすれば、光損失フィルタの透過特性の多様化が一層図られる。

また本発明に係る光損失フィルタの製造方法では、第2工程では、所定の使用波長帯域の光を光導波路の一端から入射すると共に該光導波路の他端から出射される光を受光し、該受光した光に基づいて得られた当該光損失フィルタの透過特性をモニターしながら紫外光を照射すると好ましい。このようにすれば、所望の透過特性を一層精度良く、かつ一層容易に得ることが可能となる。

上記した光損失フィルタの製造方法により、本発明に係る光損失フィルタが製造される。

本発明に係る光損失フィルタは、所定屈折率のコアを有する光導波路に形成され、所定の使用波長帯域内で使用される光損失フィルタであって、コアに設けられた屈折率変動幅が第1変動幅、屈折率変動周期が第1周期であり、コアモードがクラッドモードと結合することによる減衰の極大値が第1波長である第1長周期グレーティングと、第1長周期グレーティングから所定距離だけ離れてコアに設けられた屈折率変動幅が第2変動幅、屈折率変動周期が第2周期であり、コア

モードがクラッドモードと結合することによる減衰の極大値が第2波長である第2長周期グレーティングと、第1及び第2長周期グレーティングを形成した後に該第1長周期グレーティングと該第2長周期グレーティングとの間のコアに紫外線を照射して形成された、コアモードの位相回転量を変化させる位相シフト部材と、を備える。  
5

この光損失フィルタは、所望の透過特性が精度良く、かつ容易に得られたものである。また、形成された長周期グレーティングの個数が少ないため、小型である。

また本発明に係る光損失フィルタは、所定の使用波長帯域内の任意の波長を入  
10 とし、位相シフト部材を形成する光導波路の長さを $\Delta L$ とし、光導波路のコア屈折率が変化する前と後との変化量を $\Delta N$ としたとき、

$$0 < \Delta N \leq \lambda / \Delta L$$

の関係を有する。

また本発明に係る光損失フィルタでは、第1周期と第2周期及び第1変動幅と  
15 第2変動幅とは各々等しい。または、第1周期と第2周期とは等しく、第1変動幅と前記第2変動幅とは異なる。または、第1変動幅と第2変動幅とは等しく、第1周期と第2周期とは異なる。または、第1変動幅と第2変動幅及び第1周期と第2周期は夫々異なる。

また本発明に係る光損失フィルタでは、所定の使用波長帯域内でコアモードと  
20 結合するクラッドモードの次数が、第1および第2長周期グレーティング毎に一致すると好ましい。コアモードと結合するクラッドモードの次数が一致していると、個々の長周期グレーティングの透過特性は両者間のコアモードとクラッドモードの位相回転量差によって変化するので、変化に富んだ特性を得ることができる。

25 また本発明に係る光損失フィルタでは、光導波路に更に1つ以上の第3長周期グレーティングを備え、当該第3長周期グレーティングの屈折率変動幅は、第1

および第2長周期グレーティングの屈折率変動幅と相違すると好ましい。また、第3長周期グレーティングの屈折率変動周期は、第1および第2長周期グレーティングの屈折率変動周期と相違すると好ましい。このようにすれば、光損失フィルタの透過特性の多様化が一層図られる。

5 また本発明に係る光損失フィルタでは、第3長周期グレーティングは、所定の使用波長帯域内でコアモードと結合するクラッドモードの次数が、第1および第2長周期グレーティングでコアモードと結合するクラッドモードの次数と異なると好ましい。このようにすれば、光損失フィルタの透過特性は、第1および第2長周期グレーティングの組合せにより得られる透過特性と、第3長周期グレーティングの透過特性とのdB単位の和として表されるため、所定の特性を容易に合成することができる。

10 本発明は以下の詳細な説明および添付図面によりさらに十分に理解可能となる。これらは単に例示のために示されるものであって、本発明を限定するものと考えるべきではない。

#### 図面の簡単な説明

15 図1Aは、2つの長周期グレーティングを備えた光損失フィルタの構成を説明する図である（各長周期グレーティングにおいてコアモードと結合するクラッドモードの次数が一致しているケース）。

20 図1Bは、図1Aに示された各長周期グレーティングによるコアモードとクラッドモードの複素振幅の変化を説明するための図である。

25 図2は、図1A及び図1Bに示された光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。

図3Aは、2つの長周期グレーティングを備えた他の光損失フィルタの構成を説明する図である（各長周期グレーティングにおいてコアモードと結合するクラ

ッドモードの次数が異なるケース)。

図3 Bは、図3 Aに示された各長周期グレーティングによるコアモードとクラッドモードの複素振幅の変化を説明するための図である。

図4は、図3に示された光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。

5 図5 Aは、光損失フィルタの製造方法を説明する説明図である。

図5 Bは、製造された光損失フィルタの屈折率プロファイルを示す図である。

図6 A及び図6 Bは、本発明の第1実施形態に係る光損失フィルタの製造方法を説明する図である。

図7は、第1実施形態に係る光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。

10 図8 A、図8 B、及び図8 Cは、第1実施形態に係る光損失フィルタの構成例を示す図である。

図9は、図8 A、図8 B、及び図8 Cに示された各光損失フィルタに対応する透過特性を示すグラフである。

15 図10 A及び図10 Bは、本発明の第2実施形態に係る光損失フィルタの製造方法を説明する図である。

図11は、第2実施形態に係る光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。

図12は、第2実施形態に係る光損失フィルタの構成を示す図である。

図13は、図12に示された光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。

20 図14は、第3実施形態に係る光損失フィルタが備える長周期グレーティングの構成を示す図である。

図15は、図14に示された長周期グレーティングの透過特性を示すグラフである。

図16は、本発明の第3実施形態に係る光損失フィルタの構成を示す図である。

図17は、図16に示された光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。

25 図18は、本発明の光損失フィルタをEDFAの利得等化器として適用したときの利得特性を示すグラフである。

図19は、本発明の第3実施形態に係る他の光損失フィルタの構成を示す図である。

図20は、EDFAの利得特性を示すグラフである。

図21は、長周期グレーティングの透過特性の一例を示すグラフである。

5

### 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照しながら本発明に係る光損失フィルタの製造方法および光損失フィルタの好適な実施形態を詳細に説明する。なお、図面において同一の要素には同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

10 まず、本発明の実施形態に係る光損失フィルタの製造方法および光損失フィルタを説明する前に、2つの長周期グレーティングを備えた光損失フィルタの透過特性について説明する。

長周期グレーティングの透過特性は、下記のモード結合方程式を解くことにより求められる。

$$15 \quad dA/dz + j \chi_{core} A + j \kappa^m B^m \cdot \exp(2j\delta^m z) = 0 \quad \dots \quad (2)$$

$$dB^m/dz + j \chi_{clad}^m B^m + j \kappa^m A \cdot \exp(-2j\delta^m z) = 0 \quad \dots \quad (3)$$

ここで、Aはコアモードの複素振幅、B<sup>m</sup>はm次のクラッドモードの複素振幅、jは虚数単位を示す。χ<sub>core</sub>は屈折率上昇によるコアモードの伝搬定数の変化量、χ<sub>clad</sub><sup>m</sup>は屈折率上昇によるm次のクラッドモードの伝搬定数の変化量、κ<sup>m</sup>はコアモードとm次のクラッドモード間の結合定数である。

なお、δ<sup>m</sup>は、Λがグレーティング周期、β<sub>core</sub>がコアモードの伝搬定数、β<sub>clad</sub><sup>m</sup>がm次のクラッドモードの伝搬定数であるとき、

$$25 \quad \delta^m = (\beta_{core} - \beta_{clad}^m) / 2 \quad \dots \quad (4)$$

で表され、光導波路、例えば光ファイバの屈折率プロファイルによって決定され

るパラメータである。

コアモードのグレーティングによる透過特性は、上記微分方程式（2）、（3）を初期条件のもとで解いたときの、 $|A(L)/A(0)|^2$ （Lはグレーティング長）で求められる。このような方程式の解は行列を用いて、

$$5 \quad \begin{bmatrix} A(L) \\ B^m(L) \end{bmatrix} = M^m \begin{bmatrix} A(0) \\ B^m(0) \end{bmatrix} \quad \dots \quad (5)$$

と表すことができる。ここで、 $M^m$  はコアモードと m 次のクラッドモードとの結合を表す行列である。

光導波路中にこのような長周期グレーティングが 1 つ形成された場合、クラッドモードの初期条件は  $B^m(0) = 0$ （コアモードの初期条件は  $A(0)$ ）とおけるので、 $|A(L)/A(0)|^2$  は簡単な式で書くことができ、長周期グレーティングの長さ、周期、屈折率変化の振幅を変化させることによって損失波長、損失量および半値幅を所定値に調整することができる。

図 1 A は、2 つの長周期グレーティングが設けられた光損失フィルタの概略構造を示す図である。この図において、光損失フィルタ 100 は、GeO<sub>2</sub> が添加されたコア 110 と、該コア 110 の外周に設けられたクラッド 120 とを備えた光導波路としての光ファイバであり、コア 110 内に形成された各長周期グレーティングは、コアモードと結合するクラッドモードの次数が互いに一致している。

具体的には、図 1 A の光ファイバ 100 には、その長手方向にコアモードと結合するクラッドモード次数（m 次）が一致する 2 つの長周期グレーティング L<sub>P</sub> G-a、L<sub>P</sub> G-b が設けられている。この長周期グレーティング L<sub>P</sub> G-a は、屈折率の変調周期（グレーティング周期） $\Lambda_a$  が 507 μm、グレーティング長 L<sub>a</sub> が 30 mm であり、またその伝達行列は M<sub>a</sub><sup>m</sup> である。一方、長周期グレーティング L<sub>P</sub> G-b は、屈折率の変調周期  $\Lambda_b$  が 495 μm、グレーティング長 L<sub>b</sub> が 40 mm であり、その伝達行列は M<sub>b</sub><sup>m</sup> である。なお、図 2 は、図 1 A に示され

た光損失フィルタ 100 の透過特性を示すグラフである。

図 1 A 中、前段の長周期グレーティング LPG-b において、初期値  $A_b(0)$  のコアモード（なお、m次のクラッドモードの初期値  $B_{a^m}(0)$  は零）の複素振幅は  $A_b(L_b)$  となり、m次のクラッドモードの複素振幅は  $B_{b^m}(L_b)$  となる。

5  $A_b(L_b)$  は後段のグレーティング LPG-a におけるコアモードの初期値になる一方、 $B_{b^m}(L_b)$  は、後段の長周期グレーティング LPG-a におけるm次のクラッドモードの初期値  $B_{a^m}(0)$  となる。なお、 $B_{a^m}(0)$  は零ではないので、最終的にm次のクラッドモードは前段の長周期グレーティング LPG-a で単独で結合されるm次のクラッドモードとは異なってしまう（図 1 B 参照）。すなわち、各長周期グレーティング LPG-a および LPG-b の透過特性は、これらがそれぞれ独立に存在する場合の各透過特性とは異なったものとなる。

10 このように、前段のグレーティング LPG-b と後段のグレーティング LPG-a とが相互依存性の関係にある場合、図 2 に示すように、光損失フィルタ 100 全体の透過特性 L3 は、各長周期グレーティング LPG-a、LPG-b において m次のクラッドモードの初期値を 0 とした透過特性 L1、L2 を dB 単位の和として表すことができない。すなわち、所定の帯域内で同じ次数（m次）のクラッドモードとコアモードとの間でモード結合を生じさせる長周期グレーティングを組合わせても、個々の長周期グレーティングの透過特性の和とはならず、変化に富んだ透過特性が得られる。

15 また図 3 A は、2つの長周期グレーティングが設けられた他の光損失フィルタの概略構造を示す図である。この図において、光損失フィルタ 200 は、GeO2 が添加されたコア 210 と、該コア 110 の外周に設けられたクラッド 220 とを備えた光導波路としての光ファイバであり、コア 210 内に形成された各長周期グレーティングは、コアモードと結合するクラッドモードの次数が互いに異なっている。

20 具体的には、図 3 A の光ファイバ 200 には、その長手方向にコアモードと結

合するクラッドモード次数が異なる2つの長周期グレーティングLPG-a、LPG-cが設けられている。この長周期グレーティングLPG-aは、図1Aにおける後段の長周期グレーティングと同様に、屈折率の変調周期（グレーティング周期） $\Lambda_a$ が507μm、グレーティング長 $L_a$ が30mmであり、またその伝達行列は $M_a^m$ である。一方、長周期グレーティングLPG-cは、屈折率の変調周期 $\Lambda_c$ が564μm、グレーティング長 $L_c$ が32mmであり、その伝達行列は $M_c^n$ である。なお、図4は、図3Aに示された光損失フィルタ200の透過特性を示すグラフである。

当該光損失フィルタ200が有する長周期グレーティングLPG-a、LPG-cは、図4に示された波長帯域におけるコアの伝搬モードと結合し得るクラッドモードの次数がそれぞれ異なっている（n次とm次）。このような条件のもとでは、前段の長周期グレーティングLPG-cでn次のクラッドモード $B_c^n$ （ $L_c$ ）が発生するが（初期値 $A_c(0)$ のコアモードの複素振幅は $A_c(L_c)$ となる）、このクラッドモードは、後段のグレーティングLPG-aでは、結合が殆ど起らなくなるので、LPG-aの特性に影響を与えない。したがって、後段のグレーティングLPG-aに関するコアモードの初期値はとおくことができる一方、m次のクラッドモード $B_a^m$ の初期値は0とおくことができる。したがって、最終的に得られるコアモードの複素振幅とm次のクラッドモードの複素振幅は、後段の長周期グレーティングLPG-aが単独で存在する場合と等しくなる（図3B参照）。

すなわち、所定の帯域内でコアの伝搬モードと結合し得るクラッドモードの次数がそれぞれの長周期グレーティングで異なるようにすれば、図4に示すように、当該光損失フィルタ200全体の透過特性 $L_3$ は、それぞれの長周期グレーティングLPG-a、LPG-cの透過特性 $L_1$ 、 $L_2$ をdB単位の和として表すことができる。

したがって、本実施形態に係る光損失フィルタに適用される長周期グレーティ

ングは、所定の波長帯域で次数の異なるクラッドモードとコアモードとをそれぞれ結合させるために、屈折率周期が異なる2種以上の周期構造を有することを要件とし、各長周期グレーティングの透過特性と、全体の透過特性との間に加算あるいは減算の関係(dB単位の場合)が成立するように形成されている。次いで、  
5 所定の方法によって各長周期グレーティングの損失波長及びその波長の減衰量を調整し、調整された各長周期グレーティングを組み合わせることによって、所望の透過特性を有する光損失フィルタの製造が可能となる。反対に、製造しようとする光損失フィルタの透過特性を最初に設定し、この透過特性と等価になる複数の長周期グレーティングを組み合わせて所望の光損失フィルタを得ることも可能  
10 である。

次に、上記の構造を備えた光損失フィルタの製造方法について説明する。図5Aは光損失フィルタが備える長周期グレーティングを製造する方法を示す図であり、図5Bは、図5Aに示された方法により製造された光損失フィルタにおける各フィルタ領域(長周期グレーティングが形成された領域)の屈折率プロファイルを示すグラフである。  
15

まず、光損失フィルタを得るために、GeO<sub>2</sub>が添加されたコア310と、該コア310の外周に設けられたクラッド320とを備えた、光導波路としての光ファイバ300が用意される。図5Aにおいて、光ファイバ300の上には、紫外光を該光ファイバ300の長手方向に沿って強度変調するための強度変調マスク32が設けられている。この強度変調マスク32は、石英ガラス(silica glass)の板33と、該石英ガラスの板33上に所定間隔ごとに設けられた紫外光を遮断するためのパターン34とで構成されている。また、設置された光ファイバ300とともに該強度変調マスク32を挟むように、光源37から出射された紫外光30を該強度変調マスク32に導くための紫外光反射ミラー31が配置されている。なお、この紫外光反射ミラー31は、光ファイバ300のコア310に沿って(図中の矢印S1で示された方向に沿って)移動可能である。  
20  
25

また、光ファイバ300の一端には、使用波長帯域の測定光を発振する半導体レーザの光源50が接続され、光ファイバ300の他端には、光ファイバ300を通過した所定帯域の測定光の波長とその波長のパワー強度を検出する光スペクトルアナライザ51と、該光スペクトルアナライザ51からの電気信号データを5保存するためのメモリと所定の演算処理を行うためのCPUを有するデータ処理手段52と、該データ処理手段52からの電気信号データを表示する画像表示装置53とがそれぞれ設置されている。

光ファイバ300は、石英ガラスを主成分とし、コア310は屈折率上昇材の10ゲルマニウムを含む。このゲルマニウムは、波長248μm又は193μm付近の紫外光に対する感光材として知られている。すなわち、ゲルマニウムを含む石英ガラスは、上記のような波長の紫外光が照射されると、その照射部分において屈折率が上昇するという性質をもつ。このことから、光ファイバ300へ照射される紫外光30として、波長248μm帯のエキシマレーザ光が利用される。なお、紫外光照射による屈折率上昇の効率を高めるため、光ファイバ300には1500atmで水素が添加されている。

強度変調マスク32は、透明な石英ガラスの板33の表面に複数の帯状クロム層34が等間隔に蒸着されている。このクロム層34は、紫外光ビーム30を遮断する。従って、石英ガラスの板33のクロム蒸着面には、光遮断部（即ち、クロム層）と光透過部（各クロム層の間に位置するガラス表面）とが交互に格子状に配列されている。このため、光ファイバ300には、強度変調マスク32を通過した紫外光が等間隔の格子状に照射されることになる。この照射光は、感光材であるゲルマニウムを含むコア310に入射し、該コア310の屈折率変化を誘起する。これにより、光ファイバ300のコア310には、屈折率が局所的に上昇した複数の部位がファイバ軸に沿って格子状に等間隔に配列される。このようにコア310の屈折率の上昇を周期的に発生させることにより、コア310の所望の領域（グレーティング形成領域）に所望の透過特性を有する長周期グレーテ

イングが形成される。

この光損失フィルタでは、まず図5 Aに示されるように、強度変調マスク3 2を介してフィルタ領域となるべきグレーティング形成領域3 1 0 aに紫外光ビームが照射されてコア3 1 0に第1長周期グレーティングが形成される。図5 Bは、5このように形成された第1長周期グレーティングの屈折率プロファイル2 2 2を示す。なお、図5 Bには、第1長周期グレーティングが形成された領域におけるクラッド3 2 0の屈折率プロファイル1 1 1も同時に示されている。

次に、紫外光反射ミラー3 1の位置がずらされ、グレーティング形成領域3 1 0 aから所定距離だけ離れたグレーティング形成領域3 1 0 bに、紫外光ビームが照射されてコア3 1 0に第2長周期グレーティングが形成される。10

なお、第1及び第2長周期グレーティングを形成する際には、光源5 0からの測定光を光ファイバ3 0 0の一端から入射し、光ファイバ3 0 0の他端から出射される測定光を光スペクトルアナライザ5 1にて受光する。そして、スペクトルアナライザ5 1からの電気信号データをデータ処理手段5 2にて演算処理し、該15データ処理手段5 2からの電気信号データを画像表示装置5 3に表示して、光損失フィルタの透過特性をモニタすると好ましい。

#### (第1実施形態)

まず、第1実施形態に係る光損失フィルタの製造方法、およびその方法により20製造される光損失フィルタについて説明する。本実施形態にかかる光損失フィルタの製造方法は、上述した方法と同様の方法により二つの長周期グレーティングを形成し、次いでこれら二つの長周期グレーティングの間の間隙部分に紫外線を照射して位相シフト部材を形成する。

図6 Aは、2つの長周期グレーティングの製造方法を示す図であり、図6 Bはその長周期グレーティングの間隙部分に紫外光を照射する方法を示す図である。25図6 A及び図6 Bにおいて、光損失フィルタを構成する光ファイバ1 0は、図面の煩雑を避けるためコア1 1のみが示されておりクラッドは示されていないが、

図5 Aに示される光ファイバ300と同様にGeO<sub>2</sub>が添加されたコアと、該コアの外周に設けられたクラッドとを備える構造を有する。以下の図面においても、図面の煩雑を避けるため同様にクラッドを省略する。

まず、図6 Aに示されるように、強度変調マスク32を介して光ファイバ10に反射ミラー31を走査し紫外光ビーム30を照射することによって、光ファイバ10のコア11に2つの長周期グレーティングLPG-d、LPG-eを5mmの間隙20を設けて形成する（第1工程）。長周期グレーティングLPG-dは、グレーティング長Ldが15mm、屈折率の変調周期Λ<sub>d</sub>が345μmである。長周期グレーティングLPG-eは、グレーティング長Leが15mm、屈折率の変調周期Λ<sub>e</sub>が350μmである。このとき、光源50からの測定光を光ファイバ10の一端から入射し、光ファイバ10の他端から出射される測定光を光スペクトルアナライザ51にて受光する。そして、スペクトルアナライザ51からの電気信号データをデータ処理手段52にて演算処理し、該データ処理手段52からの電気信号データを画像表示装置53に表示して、この段階での透過特性をモニタすると好ましい。

次いで、図6 Bに示されるように、強度変調マスク32を取り除いた後、反射ミラー31を走査して、長周期グレーティングLPG-dと長周期グレーティングLPG-eとの間隙部分20の光ファイバ10に紫外光を照射して、当該部分の屈折率を上昇させる（第2工程）。ここで、コアモードとの結合に寄与するクラッドモードの次数は、同一波長帯域内でコアモードの次数と一致させる。このようすれば、所望の透過特性が得られやすくなる。

間隙部分20に紫外光を照射する際には、光源50からの測定光を光ファイバ10の一端から入射し、光ファイバ10の他端から出射される測定光を光スペクトルアナライザ51にて受光する。そして、スペクトルアナライザ51からの電気信号データをデータ処理手段52にて演算処理し、該データ処理手段52からの電気信号データを画像表示装置53に表示して、光損失フィルタの透過特性を

モニタすると好ましい。そして、画像表示装置 53 に表示される光損失フィルタの透過特性が所望の特性とほぼ一致したところで、間隙部分 20 への紫外線の照射を停止する。このようにすれば、所望の透過特性を有する光損失フィルタを精度良く、かつ容易に製造することができる。

5 図 7 は、上記の方法によって得られた光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。2 つの長周期グレーティング LPG-d と LPG-e との間隙部 20 の光ファイバ 10 に紫外光が照射されると、光ファイバ 10 のコアの屈折率が上昇するためこの部分を伝搬するコアモードの位相速度が変化し、両者間の実質的な光路長が変化する。したがって、紫外光の照射量に応じて実線 L1、点線 L2、鎖線 L3 で示されるように減衰の極大値波長が変化し、種々の透過特性を得ることができる。なお、図 7 中の矢印 S2 は、紫外光の照射量が増大する方向を示している。

10 このように 2 つの長周期グレーティングの間隙部 20 でコアモードの位相がシフトする位相シフト長周期グレーティングでは、間隙部分 20 でのコアモードとクラッドモードの位相回転量の差が、 $2\pi$  变化することに略同じ透過特性を示すので、(紫外光照射後の位相回転の差) - (紫外光照射前の位相回転の差) が、0 から  $2\pi$  の間で所望の特性を得ることができる。すなわち、

$$0 < (\beta_{\text{core}'} \Delta L - \beta_{\text{clad}'} \Delta L) - (\beta_{\text{core}} \Delta L - \beta_{\text{clad}} \Delta L) \leq 2\pi \quad \dots \quad (6)$$

15 の関係を満たせばよい。ここで、 $\Delta L$  は 2 つの長周期グレーティングの間隔、 $\beta_{\text{core}}$ 、 $\beta_{\text{clad}}$  は夫々紫外光が照射される前のコアモードとクラッドモードの使用波長入における伝搬定数、 $\beta_{\text{core}'}$ 、 $\beta_{\text{clad}'}$  は夫々紫外光が照射された後のコアモードとクラッドモードの使用波長  $\lambda$  における伝搬定数である。さらに、

$$\beta_{\text{clad}'} \doteq \beta_{\text{clad}} \quad \dots \quad (7)$$

$$25 \quad \beta_{\text{core}'} \doteq (2\pi/\lambda) n_{\text{core}} \quad \dots \quad (8)$$

を用いれば、下記の関係が得られる。

$$0 < (n_{core} - n_{core}') \leq \lambda / \Delta L \quad \dots \quad (9)$$

ここで、 $n_{core}$  は紫外光が照射される前のコア屈折率であり、 $n_{core}'$  は紫外光が照射された後のコア屈折率である。

上記の通り、間隙部分 2 0 はこの部分の光ファイバに紫外光を照射することによってコアの屈折率が変化し、コアモードの位相回転量が変化するので、これを「位相シフト部材」と呼ぶ。

次に、上記と同じ方法によって形成される他の光損失フィルタの構成例について説明する。まず、図 6 A に示されるように反射ミラー 3 1 を走査し、強度変調マスク 3 2 を介して光ファイバ 1 0 のコア 1 1 に 2 種類の長周期グレーティングを所定の間隔を設けて形成する。次いで、図 6 B に示されるように、強度変調マスク 3 2 を取り除いた後、間隙部 2 0 の光ファイバ 1 0 に紫外光を均一に照射して光損失フィルタを生成する。

図 8 A - C は、このようにして得られた光損失フィルタの構成例を示す図である。図 8 A に示す光損失フィルタは、光ファイバ 1 0 の軸方向にグレーティング長  $L_{d1}$  が 2.2 mm、屈折率変調の周期  $\Lambda_{d1}$  が 343.5  $\mu\text{m}$  である長周期グレーティング  $LPG-d_1$  と、グレーティング長  $L_{e1}$  が 7 mm、屈折率変調の周期  $\Lambda_{e1}$  が 352.5  $\mu\text{m}$  である長周期グレーティング  $LPG-e_1$  とが、間隙  $L_s$  が 5 mm で設けられている。そして、この間隙部分 2 0 に紫外光を照射して位相シフト部材が設けられている。なお、長周期グレーティング  $LPG-d_1$  と  $LPG-e_1$  との屈折率変調幅の大きさは夫々等しい。

図 8 B に示す光損失フィルタは、光ファイバ 1 0 の軸方向にグレーティング長  $L_{d2}$  が 2.0 mm、屈折率変調の周期  $\Lambda_{d2}$  が 348  $\mu\text{m}$  である長周期グレーティング  $LPG-d_2$  と、グレーティング長  $L_{e2}$  が 7 mm、屈折率変調の周期  $\Lambda_{e2}$  が 348  $\mu\text{m}$  である長周期グレーティング  $LPG-e_2$  とが、間隙 2 0 が 5 mm で設けられている。そして、この間隙部分 2 0 に紫外光を照射して位相シフト部材が設けられている。なお、長周期グレーティング  $LPG-d_2$  と  $LPG-e_2$  との屈

折率変調幅の大きさは夫々相違している。

図 8 C に示す光損失フィルタは、光ファイバ 1 0 の軸方向にグレーティング長  $L_{d3}$  が 20 mm、屈折率変調の周期  $\Lambda_{d3}$  が  $347 \mu\text{m}$  である長周期グレーティング LPG-d と、グレーティング長  $L_{e3}$  が 7 mm、屈折率変調の周期  $\Lambda_{e3}$  が  $351 \mu\text{m}$  である長周期グレーティング LPG-e 3 とが、間隙 20 が 5 mm で設けられている。そして、この間隙部分 20 に紫外光を照射して位相シフト部材が設けられている。なお、長周期グレーティング LPG-d<sub>3</sub> と LPG-e<sub>3</sub> との屈折率変調幅の大きさは夫々相違している。

図 9 は、上記の各光損失フィルタに対する透過特性を示すグラフである。鎖線 L 1 は、図 8 A に示されるように両長周期グレーティングの長さ及び屈折率変周期が相違し、屈折率変動幅の大きさが等しい光損失フィルタの透過特性の一例である。点線 L 2 は、図 8 B に示されるように両長周期グレーティングの長さ及び屈折率変動幅の大きさが相違し、屈折率変動周期が等しい光損失フィルタの透過特性の一例である。実線 L 3 は、図 8 C に示されるように両長周期グレーティングの長さ、屈折率変動幅の大きさ及び屈折率変動周期が異なる光損失フィルタの透過特性の一例である。

以上、本実施形態に係る光損失フィルタの製造方法では、間隙部分 20 の光ファイバに紫外光を照射することによって、コア 1 1 の屈折率を略連続的に変化させることができるので、高精度の透過特性を有する光損失フィルタを容易に得ることができる。また、グレーティングの個数を少なくすることができるため、小型に製造することができる。

#### (第 2 実施形態)

本実施形態では、一つの長周期グレーティングの中間部に紫外光を照射して得られる光損失フィルタの製造方法、およびその方法により製造される光損失フィルタについて説明する。図 10 A は長周期グレーティングの製造方法を示す図、図 10 B はその長周期グレーティングの中間部に紫外光を照射する方法を示す図

である。

まず、図10Aに示されるように反射ミラー31を走査し、強度変調マスク32を介して光ファイバ10のコアに長周期グレーティングを形成する(第1工程)。この長周期グレーティングLPG-fは、グレーティング長L<sub>f</sub>が30mm、屈折率の変調周期Λ<sub>f</sub>が350μmである。次いで、図10Bに示されるように、強度変調マスク32を取り除いた後、長周期グレーティングLPG-fの両端を除いた中央5mmの中間部21に、反射ミラー31を走査し紫外光を均一に照射する(第2工程)。

中間部21に紫外光を照射する際には、光源50からの測定光を光ファイバ10の一端から入射し、光ファイバ10の他端から出射される測定光を光スペクトルアナライザ51にて受光する。そして、スペクトルアナライザ51からの電気信号データをデータ処理手段52にて演算処理し、該データ処理手段52からの電気信号データを画像表示装置53に表示して、光損失フィルタの透過特性をモニタすると好ましい。そして、画像表示装置53に表示される光損失フィルタの透過特性が所望の特性とほぼ一致したところで、中間部21への紫外線の照射を停止する。このようにすれば、所望の透過特性を有する光損失フィルタを精度良く、かつ容易に製造することができる。

図11は上記の方法によって得られた光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。長周期グレーティングLPG-fの中間部21に均一に紫外光が照射されると、中間部21の屈折率変動部分の屈折率が上昇しコアモードとクラッドモードの位相回転量差が変化し、照射位置の前方と後方に形成された屈折率変動部分の間の各モードの実効光路長が変化するので、合成された透過特性は照射量に応じて実線L1、点線L2、鎖線L3で示されるように減衰の極大値波長がシフトする。なお、図11中の矢印S3は、紫外光の照射量が増大する方向を示している。

このように1つの長周期グレーティングの中間部21の位相がシフトする位相

シフト長周期グレーティングでは、中間部 21 でのコアモードとクラッドモードの位相回転量の差が、 $2\pi$  变化するごとに略同じ透過程特性を示すので、(紫外光照射後の位相回転の差) - (紫外光照射前の位相回転の差) が 0 から  $2\pi$  の間で所望の特性を得ることができる。一方、(6) 式～(9) 式の関係があるので、

5  $0 < (n_{mean}' - n_{mean}) \leq \lambda / \Delta L \quad \dots \quad (10)$

が得られる。ここで、 $n_{mean}$  は中間部 21 の長さ  $\Delta L$  における紫外光照射前の屈折率変動部材のコアの平均屈折率であり、屈折率変動部材の最大屈折率が  $n_{max}$ 、最小屈折率が  $n_{min}$  である時、 $n_{mean} = n_{min} + (n_{max} - n_{min}) / 2$  で表される。また、 $n_{mean}'$  は中間部分  $\Delta L$  における紫外光照射後の屈折率変動部材のコアの平均屈折率であり、 $n_{mean}' = n_{min}' + (n_{max}' - n_{min}') / 2$  で表される。

10 上記の通り、長周期グレーティングの中間部 21 についても、この部分の屈折率変動部材に紫外光を照射することによってコアの屈折率が変化し、コアモードの位相回転量が変化するので、上記した第 1 実施形態における間隙部分 20 と同様に「位相シフト部材」と呼ぶ。

15 なお、本実施形態にかかる光損失フィルタは、予め形成された 1 つの長周期グレーティング LPG-f の中間部 21 に紫外光を照射することで、中間部 21 の前後にそれぞれ長周期グレーティング LPG-f' と長周期グレーティング LPG-f'' とが形成されている。その意味で、第 1 長周期グレーティングと第 2 長周期グレーティングとが別々に形成され、その間隙部分に位相シフト部材が形成される第 1 実施形態に係る光損失フィルタとは明らかに構成が相違する。しかしながら、視点を変えると、長周期グレーティング LPG-f' と長周期グレーティング LPG-f'' とを含む長周期グレーティング LPG-f が形成された後に、長周期グレーティング LPG-f' と長周期グレーティング LPG-f'' との間に紫外光が照射されて位相シフト部材が形成されていると見ることもでき、その意味で第 1 実施形態に係る光損失フィルタと第 2 実施形態に係る光損失フィルタ

とは同様の構成を有する。

次に、上記と同じ方法によって形成される他の光損失フィルタについて説明する。まず、図10Aに示されるように反射ミラー31を走査し、強度変調マスク32を介して光ファイバ10のコア軸方向に屈折率変動幅および屈折率変動周期5が夫々一定の長周期グレーティングを形成する。次いで、図10Bに示されるように、強度変調マスク32を取り除いた後、長周期グレーティングが形成されたコア軸方向の区間内でかつ、その区間の両端を除く中間部21に反射ミラー31を走査し紫外光を均一に照射する。

図12はこのようにして得られた光損失フィルタを示す図である。この光損失フィルタは、光ファイバ10の光軸方向にグレーティング長 $L_f1$ が29mm、屈折率の変調周期 $\Lambda_{f1}$ が $345\mu m$ の長周期グレーティング $LPG-f1$ を形成し、その後、 $LPG-f1$ の片端から他端に向かって長さ $L_f1'$ が19mmの位置と、そこからさらに他端に向って長さ $L_s1$ が5mmの区間に紫外光を照射したものである。

図13は、図12に示す光損失フィルタの透過特性を示すグラフである。1つの長周期グレーティング $LPG-f1$ の中間部21に紫外光を照射すると、中間部21はその両側に配置された屈折率変調部材に対して位相シフトを生じさせ、位相シフトに対応して変化する2つの減衰極大値を有する透過特性が得られている。

上記のように、長周期グレーティングの中間部21に紫外光を照射する際に、紫外光の照射量を調整することでコアの屈折率を略連続的に変化させることができるので、所望の透過特性を有する光損失フィルタを精度良く、かつ容易に得ることができる。

### (第3実施形態)

本実施形態では、上記した第1実施形態あるいは第2実施形態で形成された光損失フィルタと他の長周期グレーティングとを組み合わせて、さらに複雑な透過特性を構成することが可能な光損失フィルタの製造方法、およびこの方法により

製造される光損失フィルタについて説明する。

まず、図12に示される構成の光損失フィルタを備えた光ファイバ10を準備する。この光損失フィルタが備える長周期グレーティングLPG-f1は、グレーティング長Lf1が29mmであり、屈折率の変調周期Λf1が345μmであつて、LPG-f1の中間部21には紫外光を照射して形成された位相シフト部材が形成されている。この光損失フィルタの透過特性は、図13に示されるように、波長1540～1560nmに緩やかな2つの損失ピークを有する。

次に、図10Aに示される装置によって、光ファイバ10に強度変調マスク32を介して紫外光ビーム30を照射し、新たな長周期グレーティングLPG-pを形成する。図14は、このようにして形成された新たな長周期グレーティングLPG-pの構成を示す図である。この長周期グレーティングLPG-pは、グレーティング長Lpが31.5mmであり、屈折率の変調周期Λpが394μmである。図15は、長周期グレーティングLPG-pの透過特性を示すグラフである。図15に示された透過特性の損失ピークは、コアモードと5次のクラッドモードとの結合により形成されたものである。

次に、図12に示す構造を有する光損失フィルタと、図14に示す構造を有する長周期グレーティングLPG-pとを組み合わせた、新しい透過特性を有する光損失フィルタの製造方法について説明する。両者を組み合わせる場合、一方の光ファイバに形成されたLPG-pと、別の光ファイバに形成された光損失フィルタとを単に融着接続しても形成することができるが、本実施形態では、図16に示すように、図12に示す光損失フィルタと図14に示す長周期グレーティングLPG-pとを、1本の光ファイバ10に長さLtが2mmの間隔を設けて形成している。

図12に示された光損失フィルタと図14に示された長周期グレーティングLPG-pとでは、コアモードとの結合に寄与するクラッドモードの次数が同一波長帯域内で異なるため、このように接近しても夫々の透過特性は保存される。した

がって、両者を組み合わせたときの透過特性は図17に示すように、図13と図15に示された透過特性を加算した値となる。このように、本実施形態にかかる光損失フィルタの製造方法では、図12に示された光損失フィルタと図14に示された長周期グレーティングLPG-pとを接近して配置することが可能であるため、光損失フィルタを小型に製造可能であり、また図12に示された光損失フィルタと図14に示された長周期グレーティングLPG-pとは透過特性の保存性を有するため、所望の特性を精度良く、かつ容易に得ることができる。  
5

図17に示された新たな光損失フィルタの透過特性は、1530nm付近に急峻な損失ピークを、また、1540～1560nmに緩やかな2つの損失ピークを有する。一方、1.55μm帯のEDFAは図1に示すように、1530nm付近に急峻な利得ピークを、また、1540～1560nmに緩やかな2つの利得ピークを有する。  
10

したがって、図17に示される透過特性を有する光損失フィルタ（図16の構造）を、図20に示す特性を有するEDFAの利得等化器として使用した場合、EDFAにおける1530nm付近の急峻な利得ピークは、図17に示された透過特性の急峻な損失ピークによって平均化される。また、図20に示された1540～1560nmの緩やかな2つの利得ピークは、図17に示された透過特性の緩やかな2つの損失ピークによって平均化される。図18は、図16に示す構造の光損失フィルタを利得等化器として用いた場合のEDFAの利得特性である。  
15  
20

図18に示すように、約39nmの波長帯域にわたって、非常に平坦な利得特性が得られている。

なお、本実施形態では図12に示す構造を有する第2実施形態に係る光損失フィルタと図14に示す構造の長周期グレーティングLPG-pとを組み合わせて新たな光損失フィルタを構成する場合について説明した。この他にも、例えば図25に示すように、図8Aに示す構造を有する第1実施形態に係る光損失フィルタと図14に示す構造の長周期グレーティングLPG-pとを組み合わせて新た

な光損失フィルタを構成してもよい。

### 産業上の利用可能性

本発明に係る光損失フィルタの製造方法は、長周期グレーティングを作製する工程と、コアに紫外光を照射して屈折率を変化させる工程とを有し、コアに照射する紫外光の照射量は連続的に変えることが可能であるため、この照射量を調節することで所望の透過特性を精度良く、かつ容易に得ることが可能となる。また、形成される長周期グレーティングの個数を少なくすることができるため、小型に製造することが可能となる。

また本発明に係る光損失フィルタは、上記した方法により製造されているため、所望の透過特性が精度良く、かつ容易に得られている。また、形成された長周期グレーティングの個数が少ないため、小型である。

以上の本発明の説明から、本発明を様々に変形しうることは明らかである。そのような変形は、本発明の思想および範囲から逸脱するものとは認めるることはできず、すべての当業者にとって自明である改良は、以下の請求の範囲に含まれるものである。

## 請求の範囲

1. 所定屈折率のコアを有する光導波路に光損失フィルタを製造する方法であって、

5 前記光導波路の感光性を有するコアの軸方向に所定間隔を設けて第1及び第2長周期グレーティングを形成する第1工程と、

前記第1長周期グレーティングと前記第2長周期グレーティングとの間のコアに紫外光を照射する第2工程と、

を含む光損失フィルタの製造方法。

10 2. 前記第1工程と前記第2工程との前、あるいはそれら両工程の後に、さらに1つ以上の第3の長周期グレーティングを形成する第3工程を含む請求項1に記載の光損失フィルタの製造方法。

3. 所定屈折率のコアを有する光導波路に光損失フィルタを製造する方法であって、

15 前記光導波路の感光性を有するコアの軸方向に屈折率変動幅および屈折率変動周期が夫々一定の第1長周期グレーティングを形成する第1工程と、

前記第1長周期グレーティングが形成されたコアの軸方向の区間内で、かつ、該区間の両端を除く所定区間に紫外光を照射する第2工程と、  
を含む光損失フィルタの製造方法。

20 4. 前記第1工程と前記第2工程との前、あるいはそれら両工程の後に、さらに1つ以上の第2長周期グレーティングを形成する第3工程を含む請求項3に記載の光損失フィルタの製造方法。

5. 前記第2工程では、所定の使用波長帯域の光を前記光導波路の一端から入射すると共に該光導波路の他端から出射される光を受光し、該受光した光に基づいて得られた当該光損失フィルタの透過特性をモニターしながら紫外光を照射する請求項1～4のいずれかに記載の光損失フィルタの製造方法。

6. 請求項 1～5 のいずれかに記載の光損失フィルタの製造方法により製造された光損失フィルタ。

7. 所定屈折率のコアを有する光導波路に形成され、所定の使用波長帯域内で使用される光損失フィルタであって、

5 前記コアに設けられた屈折率変動幅が第 1 変動幅、屈折率変動周期が第 1 周期であり、コアモードがクラッドモードと結合することによる減衰の極大値が第 1 波長である第 1 長周期グレーティングと、

10 前記第 1 長周期グレーティングから所定距離だけ離れて前記コアに設けられた屈折率変動幅が第 2 変動幅、屈折率変動周期が第 2 周期であり、コアモードがクラッドモードと結合することによる減衰の極大値が第 2 波長である第 2 長周期グレーティングと、

15 前記第 1 及び第 2 長周期グレーティングを形成した後に該第 1 長周期グレーティングと該第 2 長周期グレーティングとの間のコアに紫外線を照射して形成された、コアモードの位相回転量を変化させる位相シフト部材と、  
を備える光損失フィルタ。

8. 前記所定の使用波長帯域内の任意の波長を入とし、前記位相シフト部材を形成する光導波路の長さを  $\Delta L$  とし、前記光導波路のコア屈折率が変化する前と後との変化量を  $\Delta N$  としたとき、

$$0 < \Delta N \leq \lambda / \Delta L$$

20 の関係を有する請求項 7 に記載の光損失フィルタ。

9. 前記第 1 周期と前記第 2 周期及び前記第 1 変動幅と前記第 2 変動幅とは各々等しい請求項 7 または請求項 8 に記載の光損失フィルタ。

10. 前記第 1 周期と前記第 2 周期とは等しく、前記第 1 変動幅と前記第 2 変動幅とは異なる請求項 7 または請求項 8 に記載の光損失フィルタ。

25 11. 前記第 1 変動幅と前記第 2 変動幅とは等しく、前記第 1 周期と前記第 2 周期とは異なる請求項 7 または請求項 8 に記載の光損失フィルタ。

12. 前記第1変動幅と前記第2変動幅及び前記第1周期と前記第2周期は夫々異なる請求項7または請求項8に記載の光損失フィルタ。

13. 前記所定の使用波長帯域内で、前記コアモードと結合する前記クラッドモードの次数が前記第1および第2長周期グレーティング毎に一致する請求項5 7～12のいずれかに記載の光損失フィルタ。

14. 前記光導波路に更に1つ以上の第3長周期グレーティングを備え、当該第3長周期グレーティングの屈折率変動幅は、前記第1および第2長周期グレーティングの屈折率変動幅と相違する請求項7～13のいずれかに記載の光損失フィルタ。

10 15. 前記光導波路に更に1つ以上の第3長周期グレーティングを備え、当該第3長周期グレーティングの屈折率変動周期は、前記第1および第2長周期グレーティングの屈折率変動周期と相違する請求項7～13のいずれかに記載の光損失フィルタ。

15 16. 前記第3長周期グレーティングは、前記所定の使用波長帯域内で前記コアモードと結合する前記クラッドモードの次数が、前記第1および第2長周期グレーティングでコアモードと結合するクラッドモードの次数と異なる請求項14または請求項15に記載の光損失フィルタ。

図1A

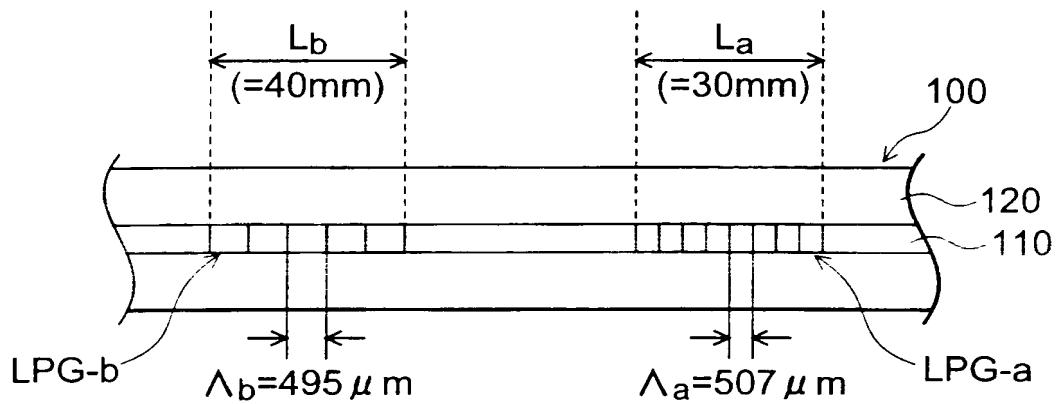


図1B

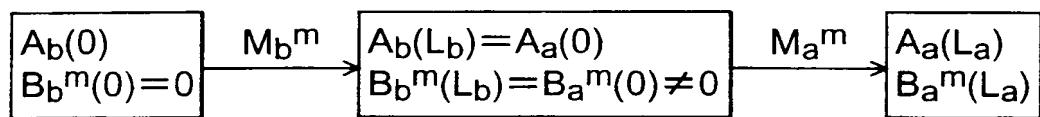


図2

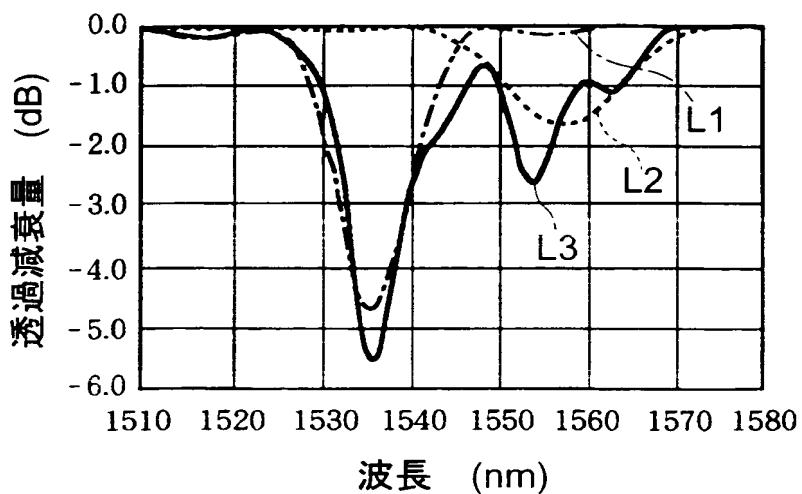




図3A

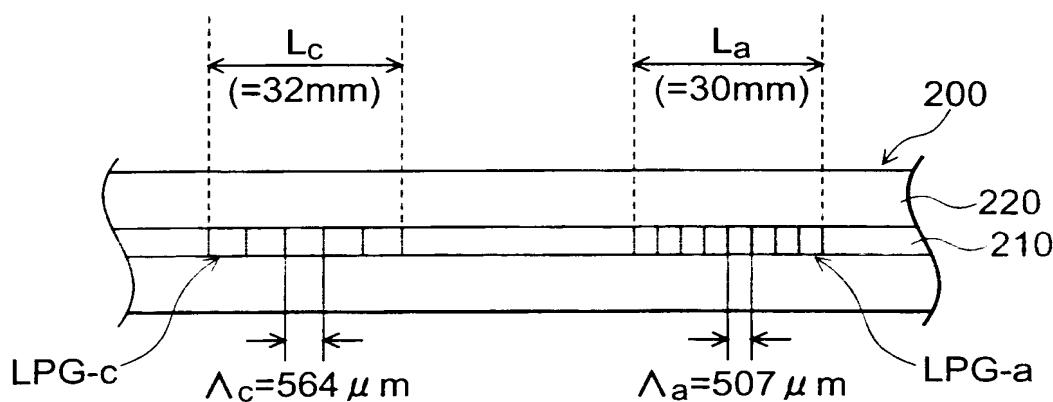


図3B

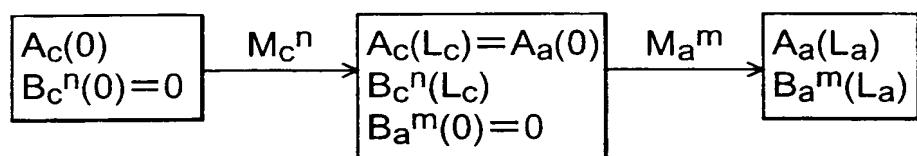
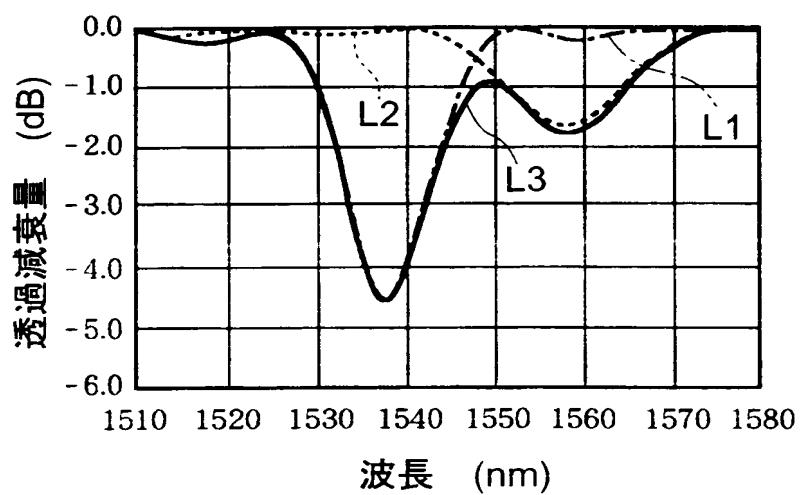


図4





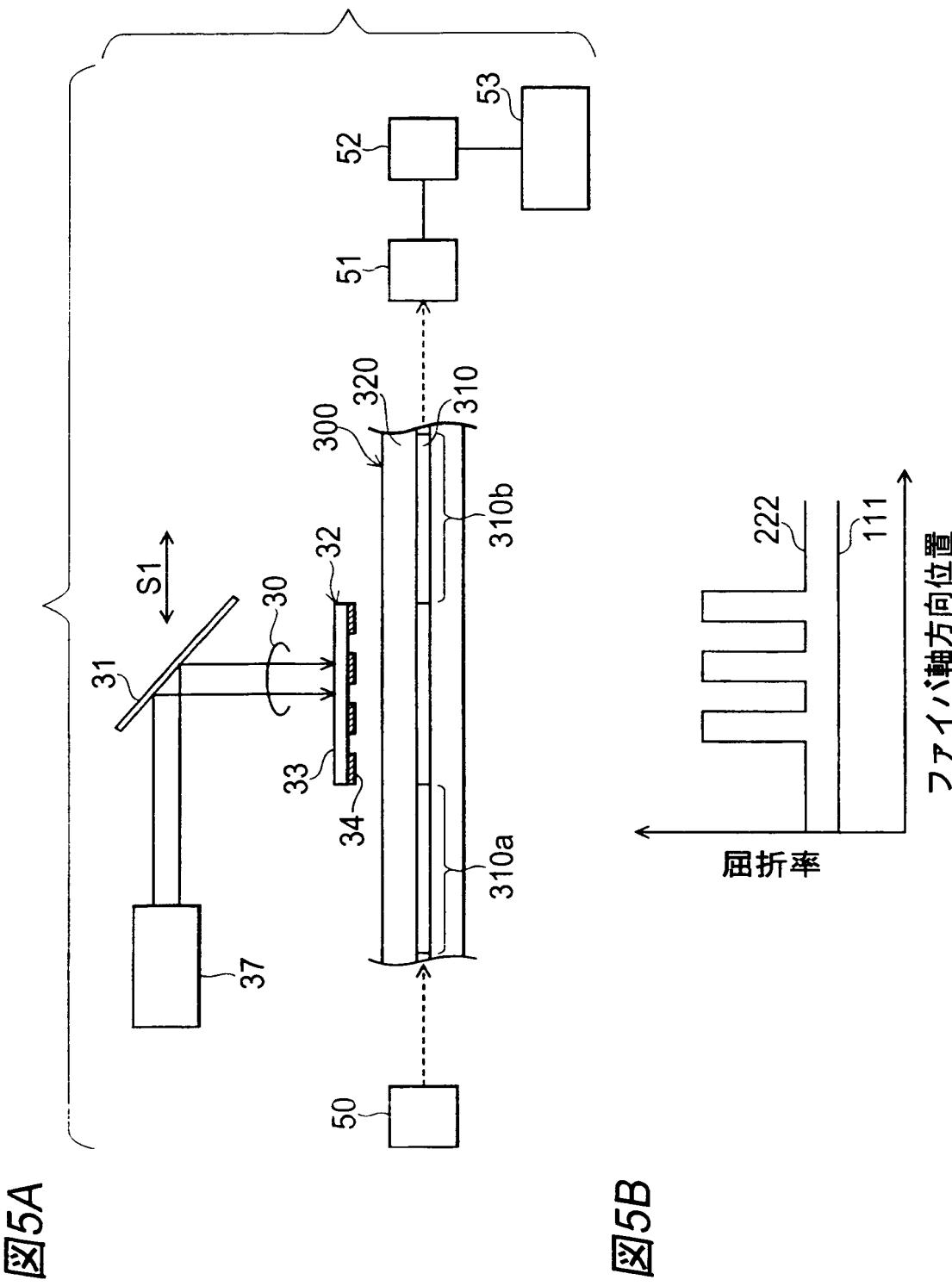




図6A

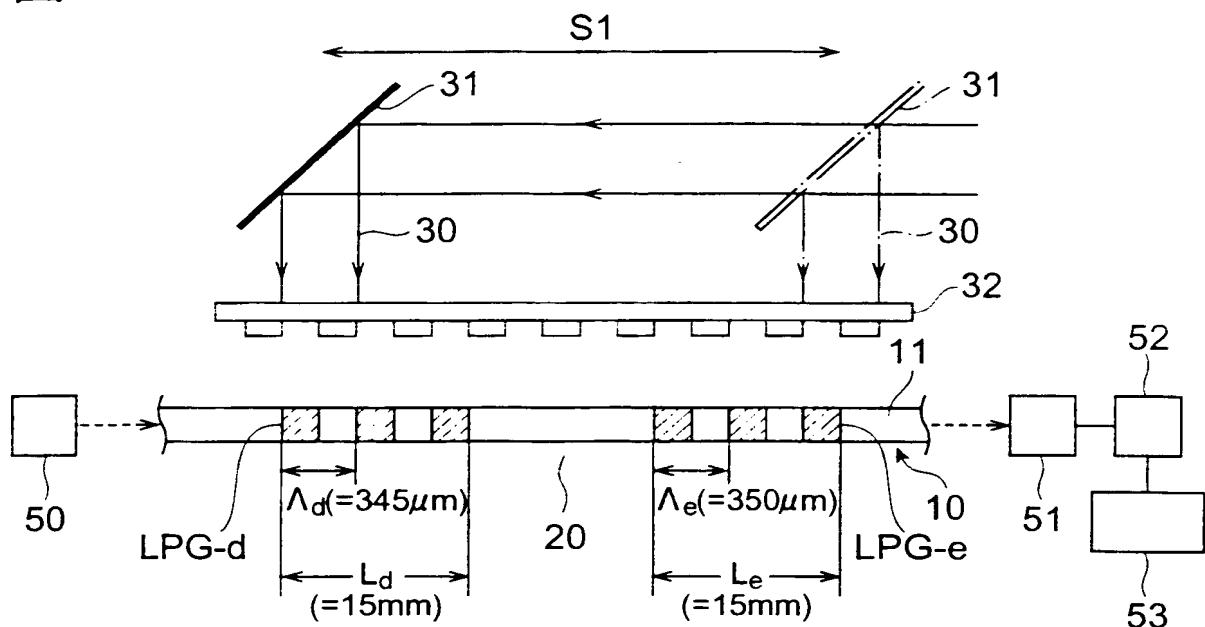


図6B

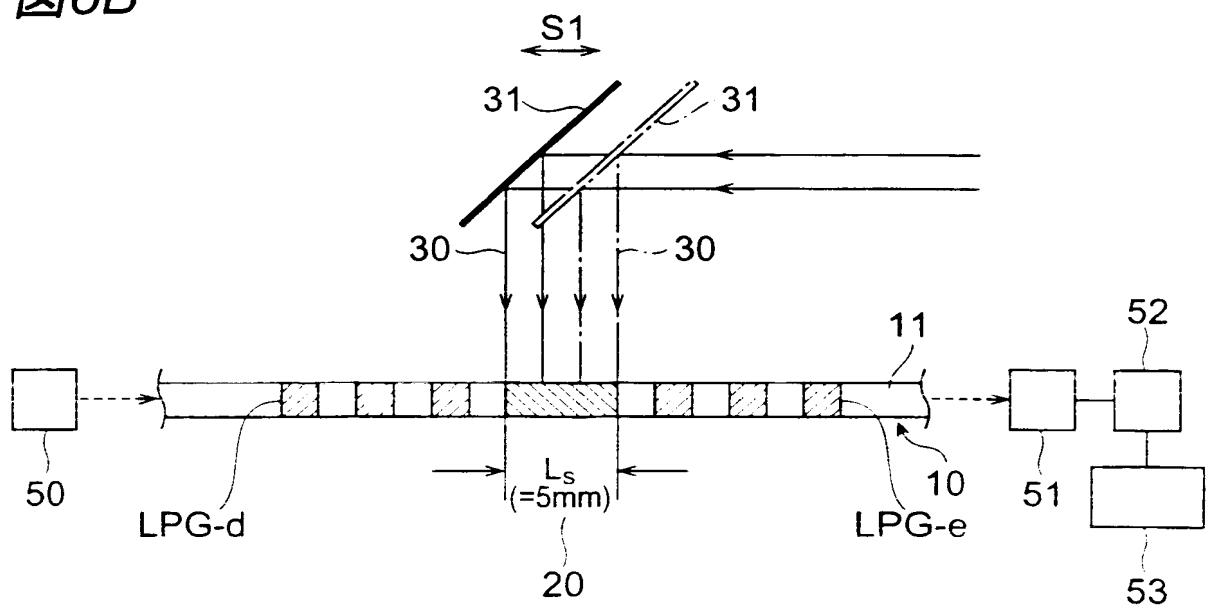




図7

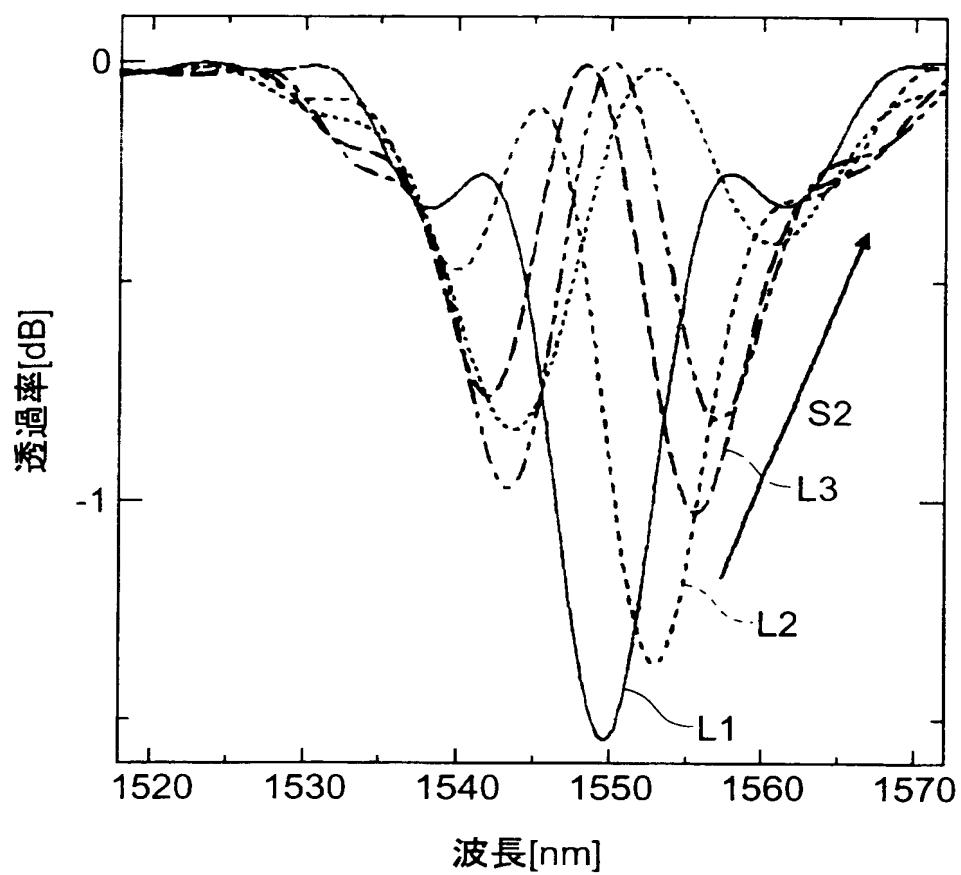




図8A

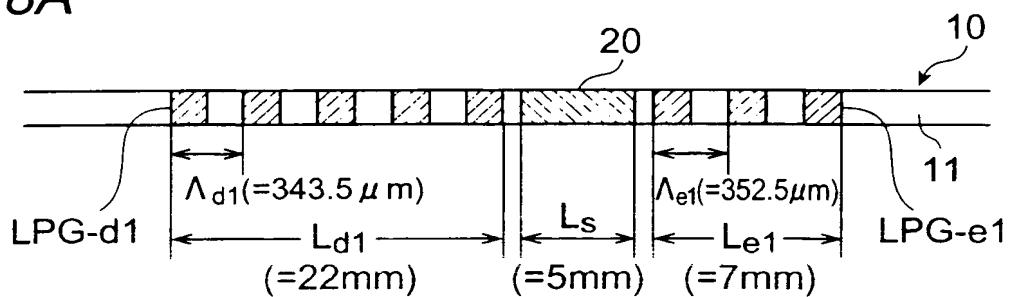


図8B

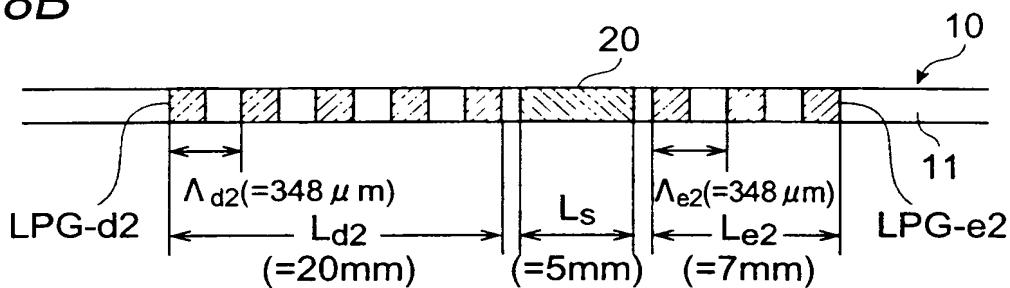


図8C

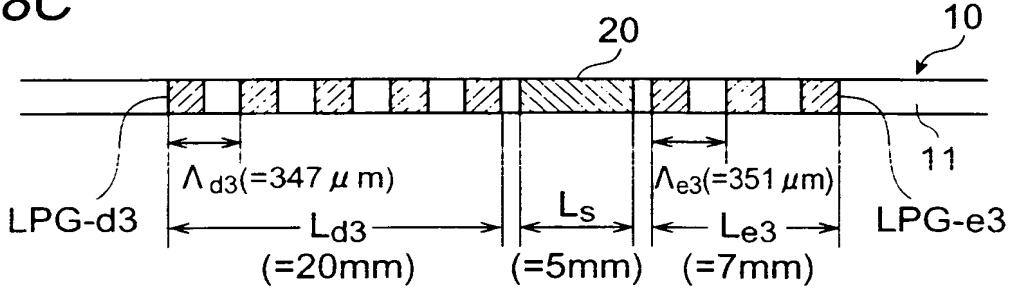




図9

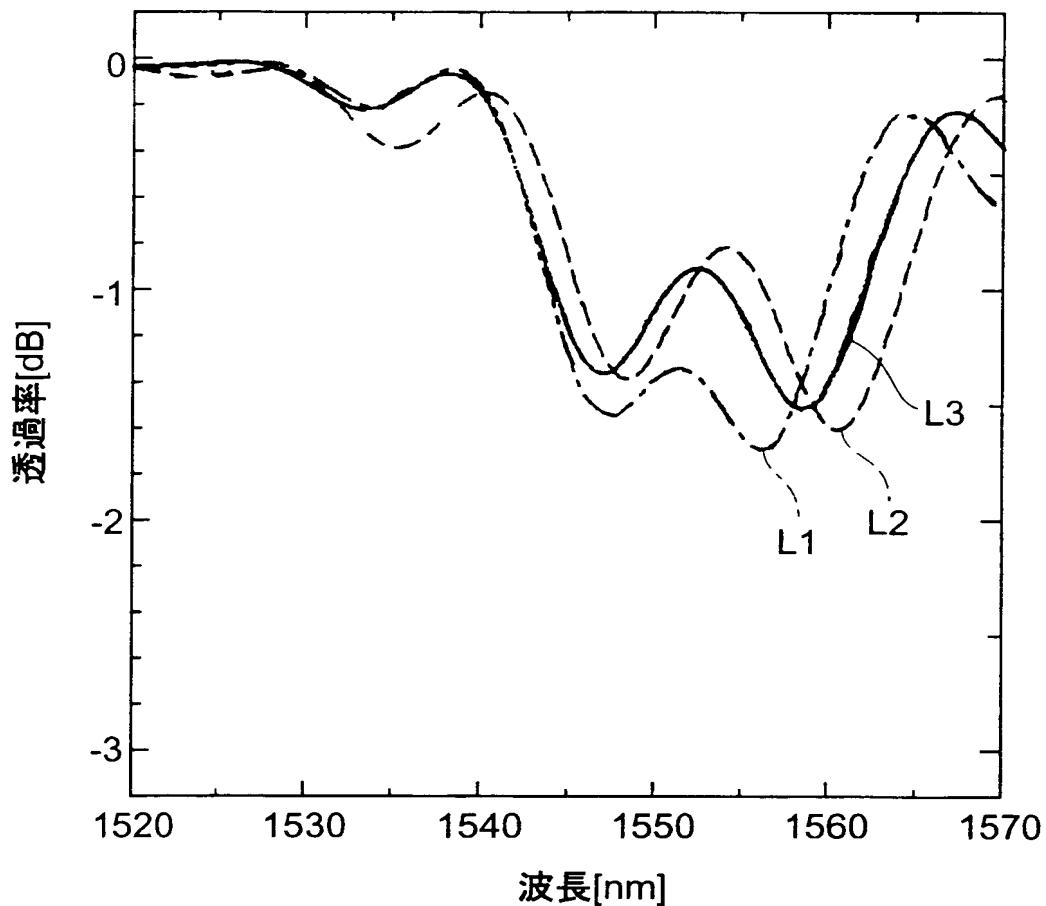




図10A

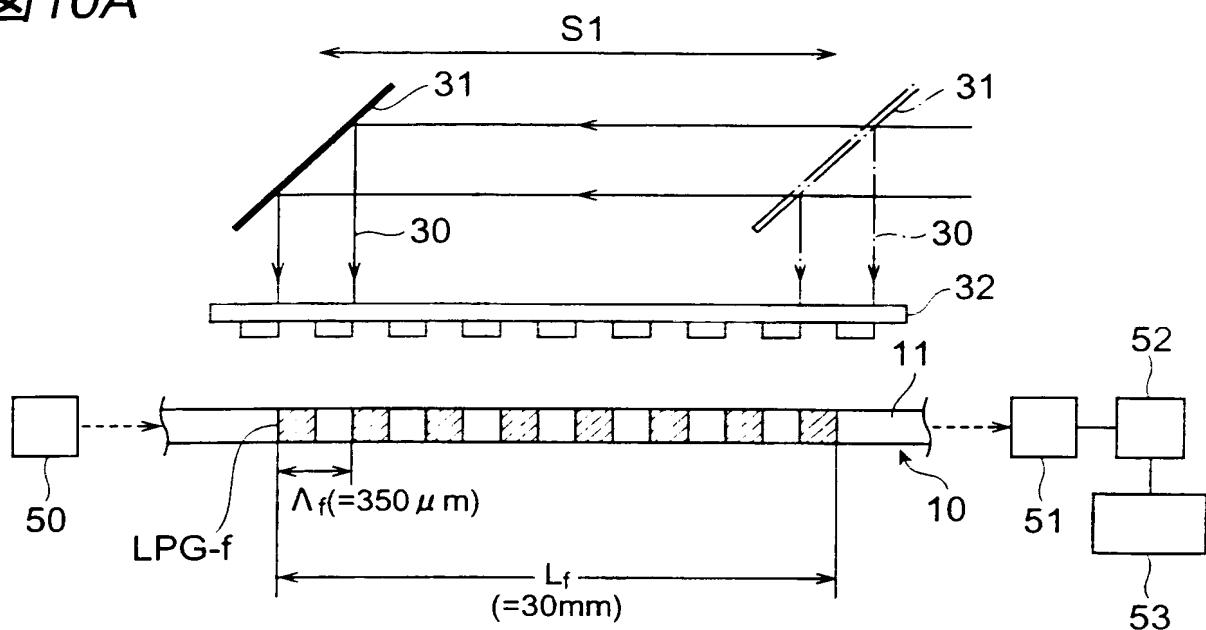


図10B

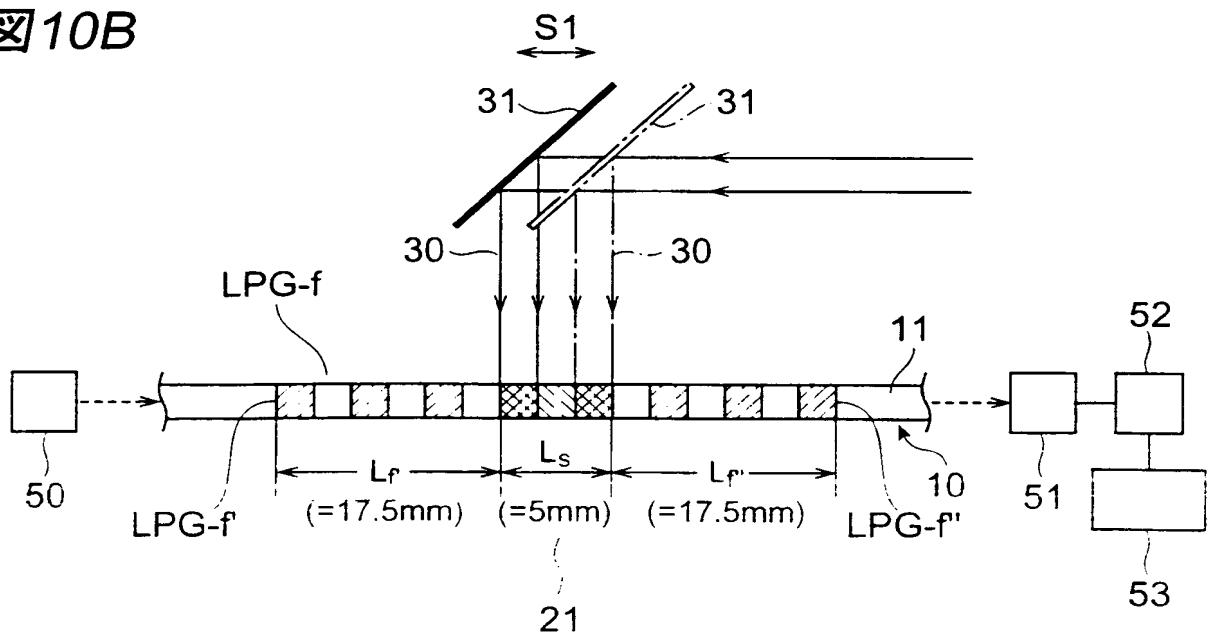




図11

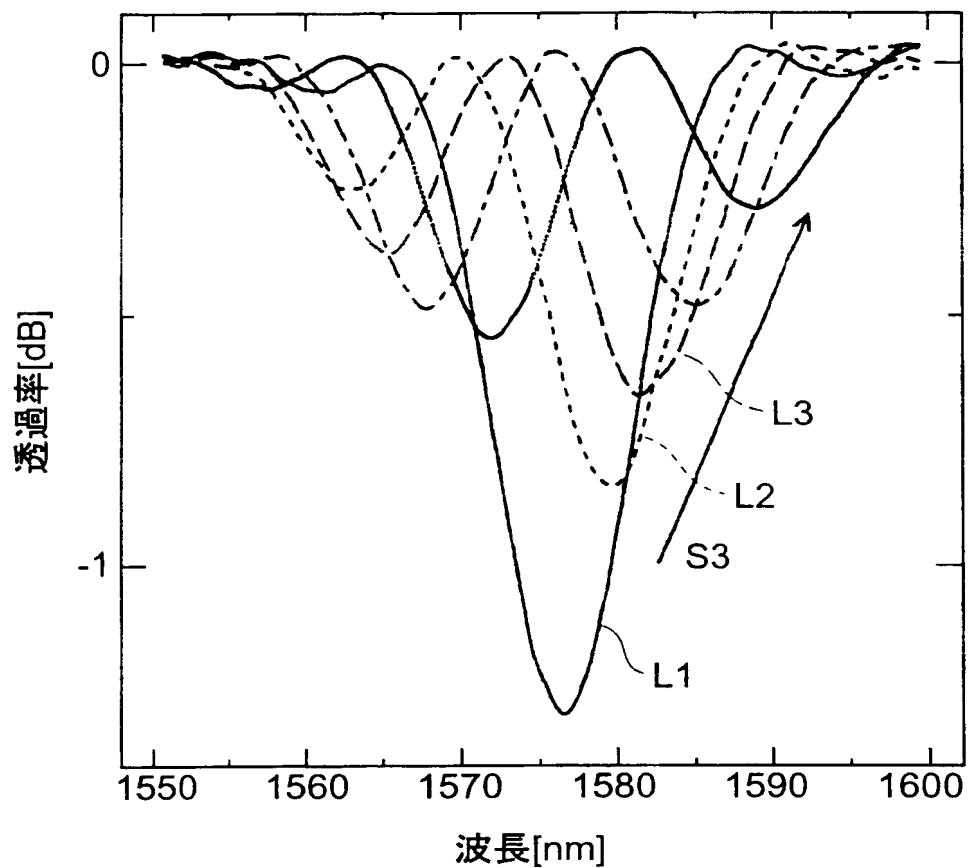


図12

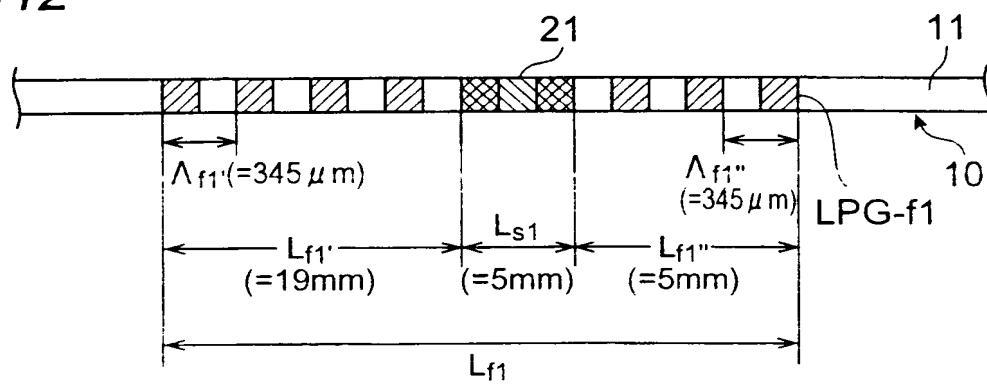




図13

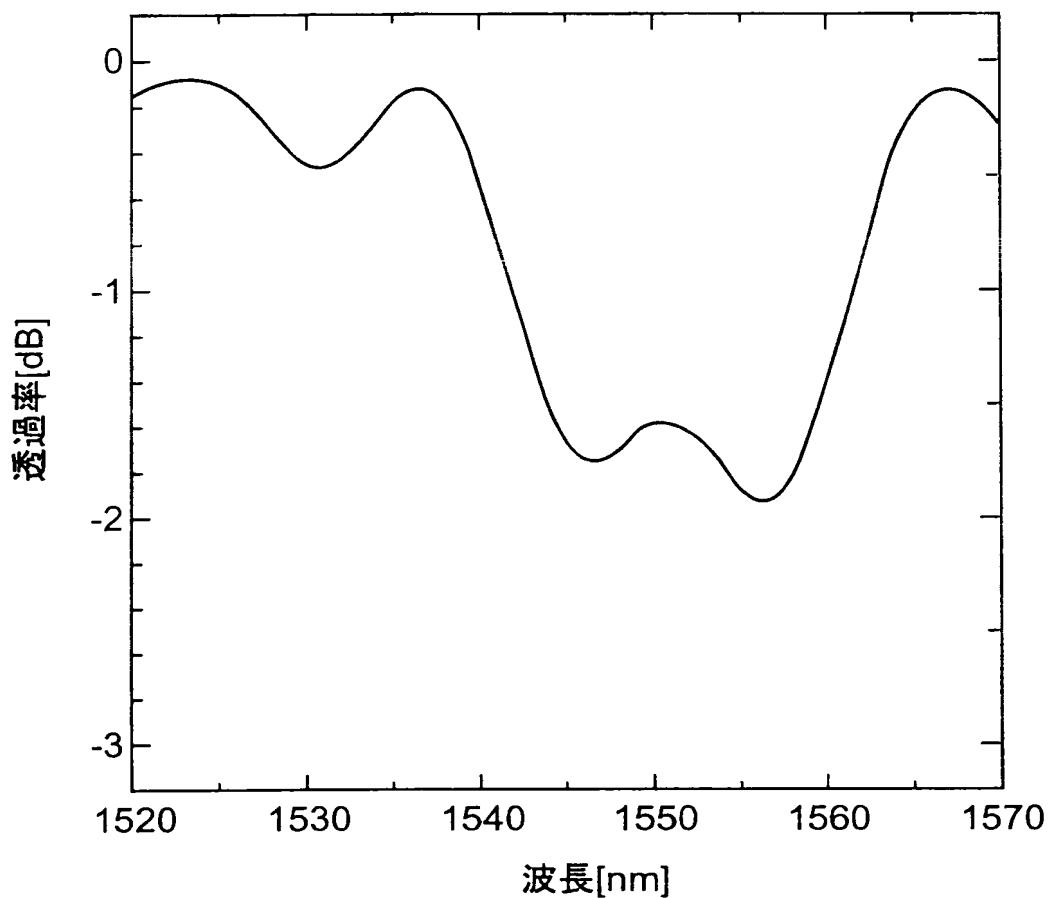


図14

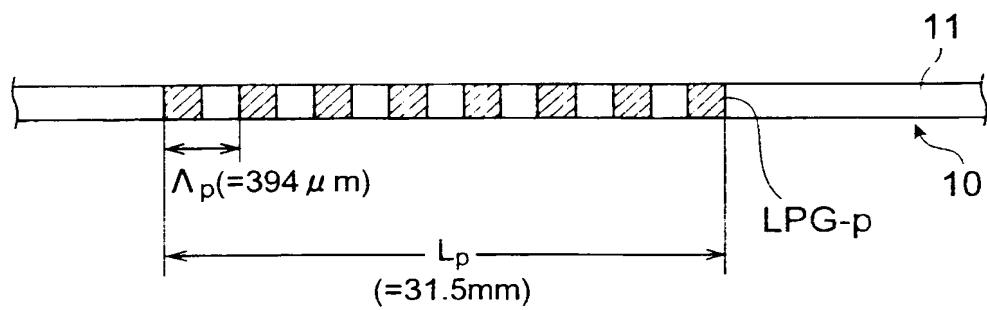




図15

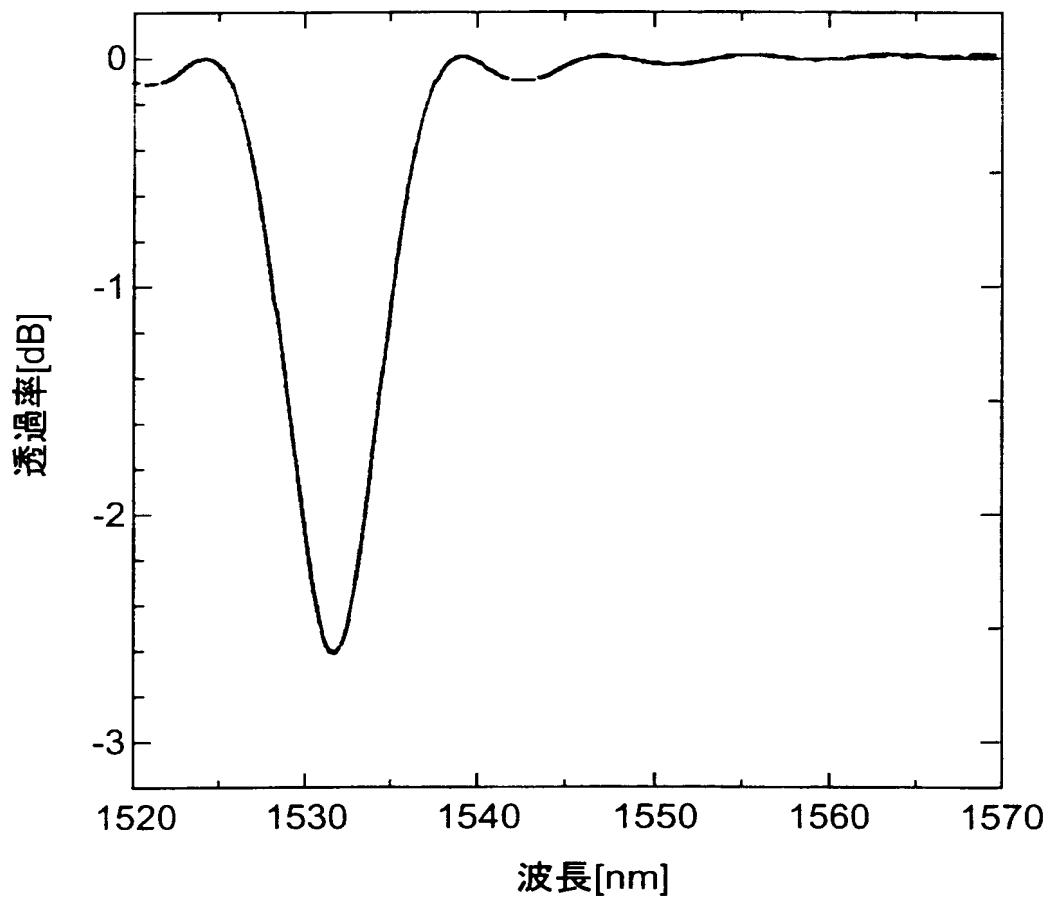




図16

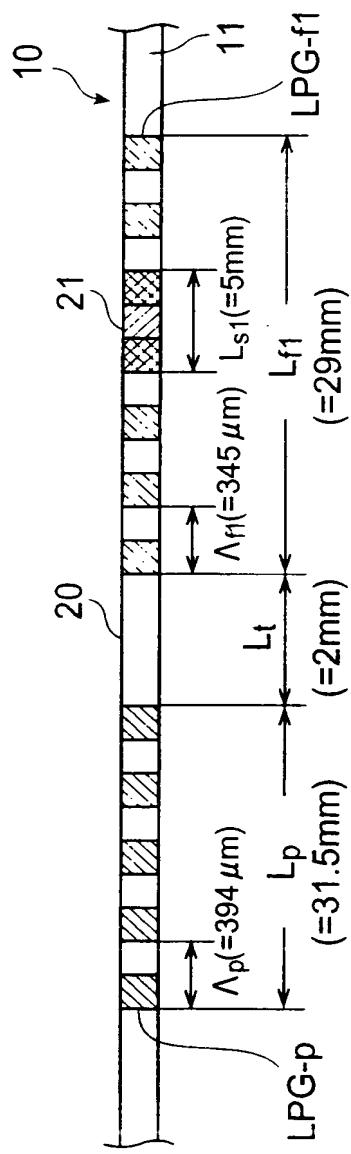




図17

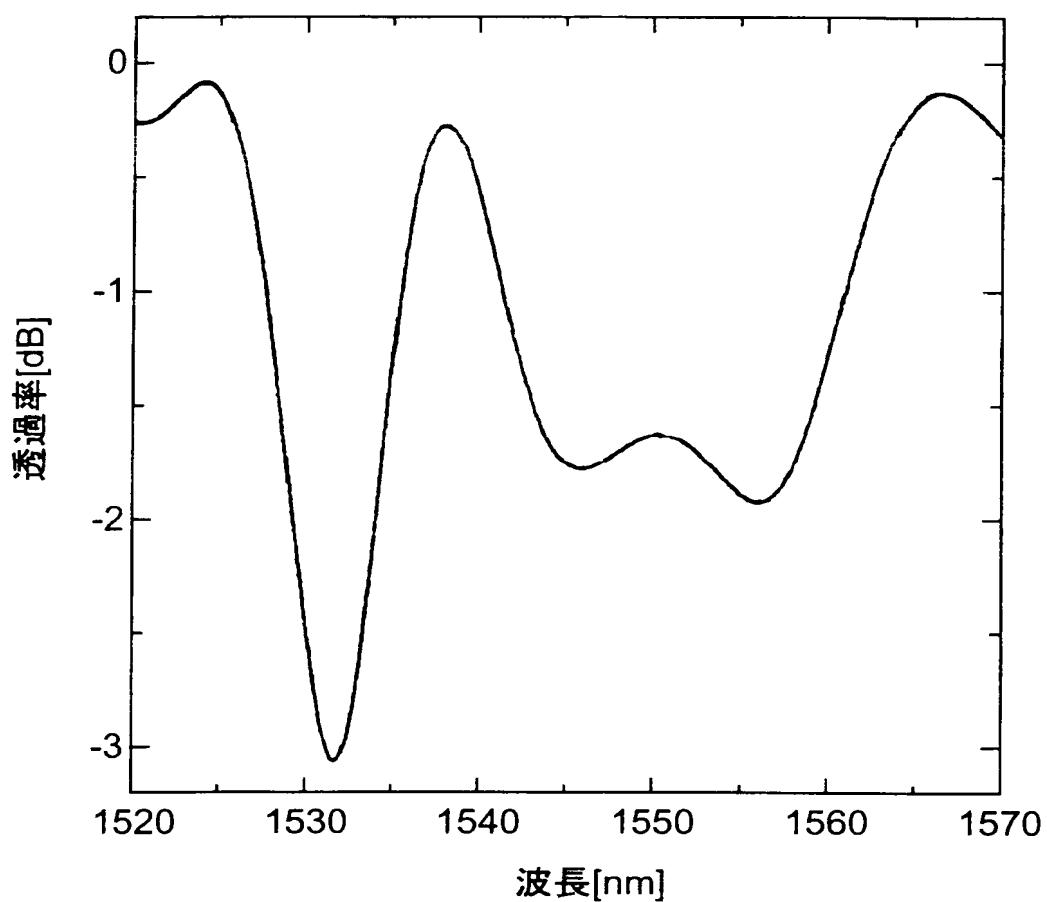




図18

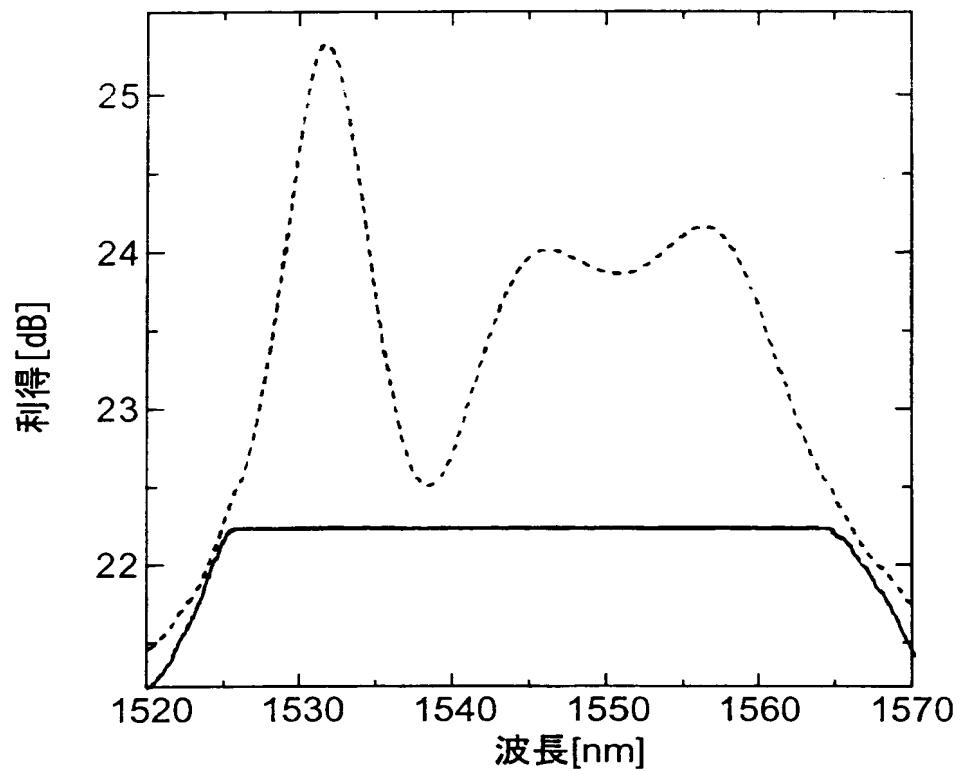




図19

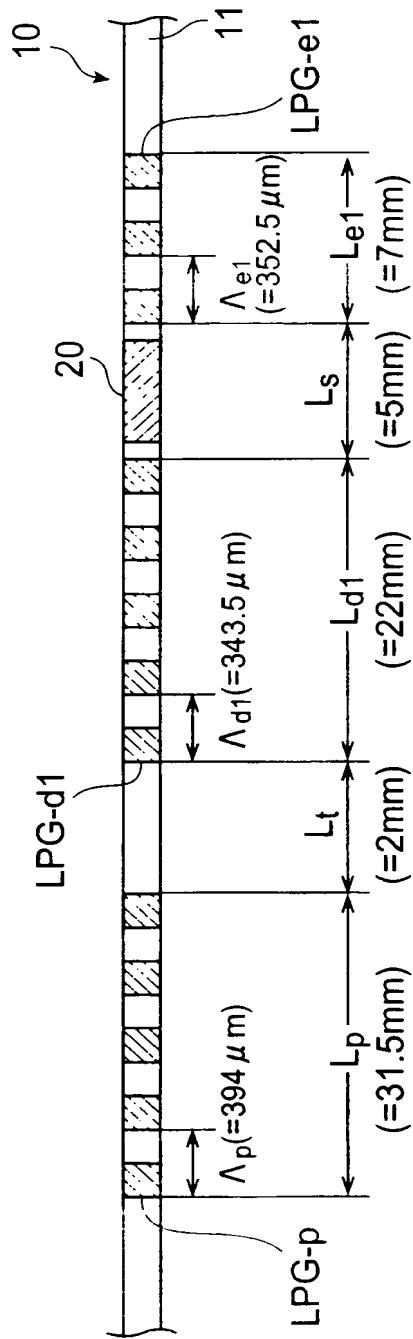




図20

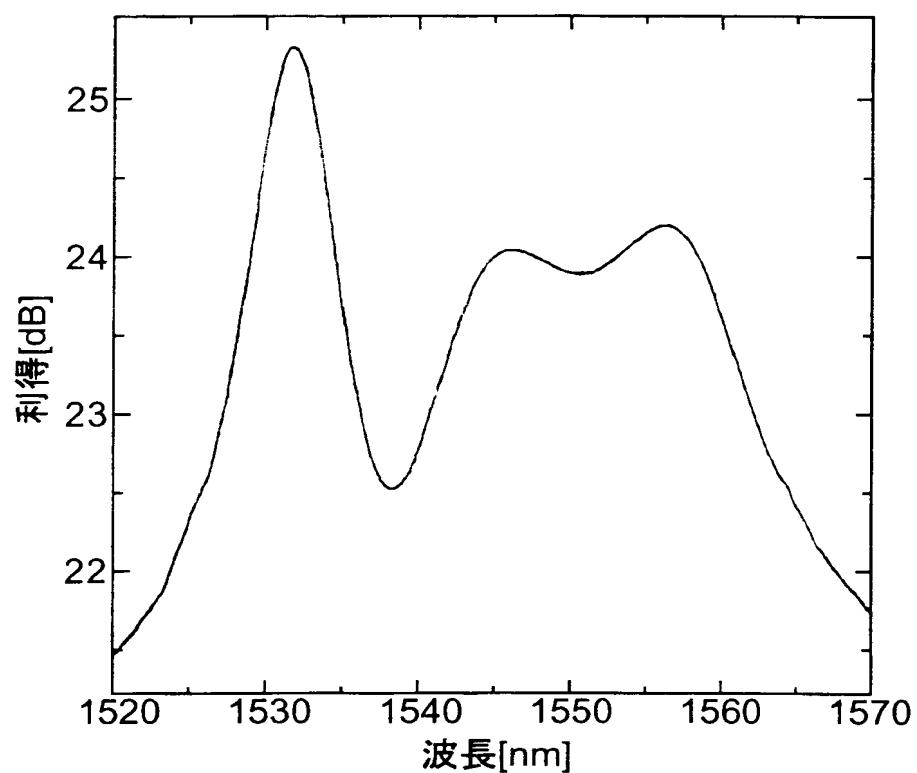
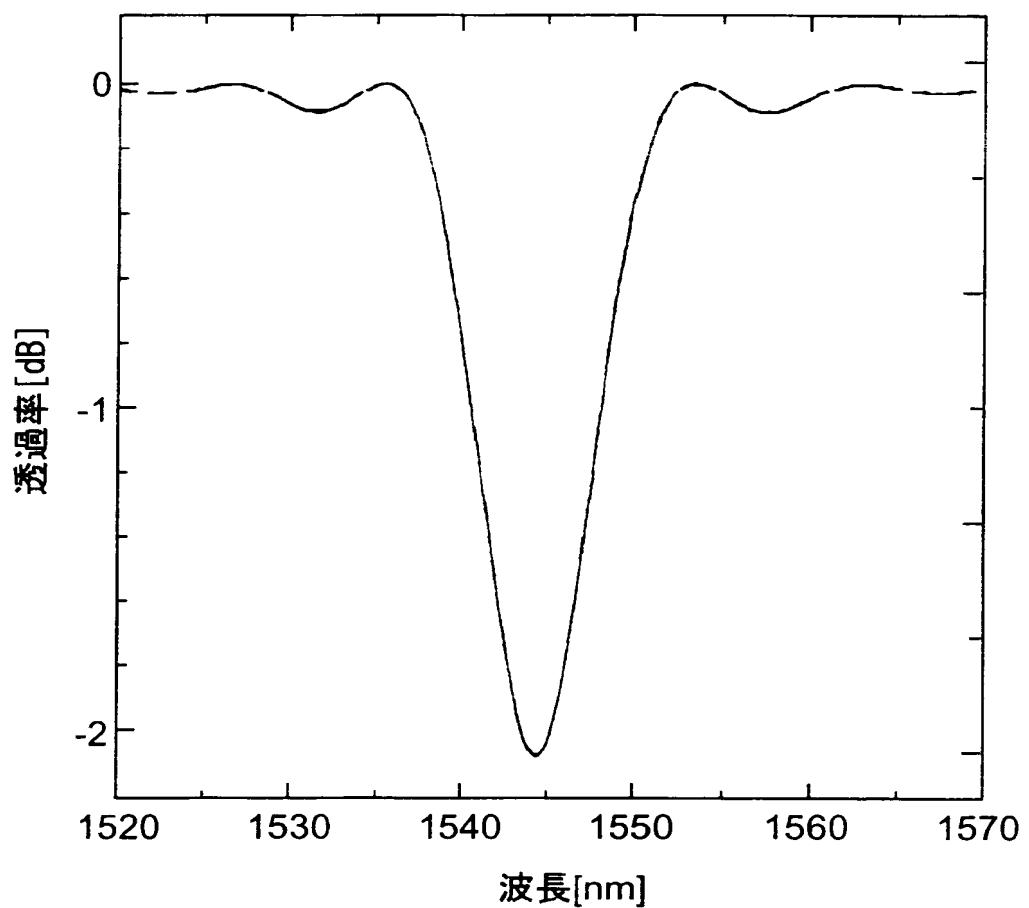




図21





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP00/06442

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> G02B 6/16, 6/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G02B 6/00-6/54, H04B 10/00-10/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
Elsevier Science Server, SciSearch(DIALOG),  
IEEE/IEE Electronic Library online[long-period <near/3> grating],  
JICST FILE(JOIS) [long-period\* grating] (in Japanese)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	EP, 897124, A1 (Photonics Research Ontario), 17 February, 1999 (17.02.99) & JP, 11-174245, A	1-6 7-16
Y	WO, 95/22068, A1 (UNIVERSITY OF SYDNEY), 17 August, 1995 (17.08.95), page 4, lines 7 to 15; page 5, line 28 to page 6, line 24; Fig. 1 & EP, 749587, A1 & JP, 9-508713, A & US, 5830622, A	1-6
A	Michiko HARUMOTO, et al., "Juuretsu Chou Shuuki Fibre Grating ni yoru L-band you Ritokutoukaki"; Transactions 1 of Electronics Society Meeting in 1999, 16 August, 1999, C-3-72, page 178	1-16
A	LIU, Y. ET AL.: Phase shifted and cascaded long-period fiber gratings; Optics Communications, 01 June 1999, Vol.164, pp.27-31	1-16
A	LEE, B.H. ET AL.: Dependence of fringe spacing on the grating separation in a long-period fiber grating pair;	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing  
date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means  
"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 December, 2000 (13.12.00)

Date of mailing of the international search report  
26 December, 2000 (26.12.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06442

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	<b>APPLIED OPTICS</b> , 1 June 1999, Vol.38, No.16, pp.3450-3459	
A	QIAN, J.R. ET AL.: Gain flattening fibre filters using phase-shifted long period fibre gratings; <b>ELECTRONICS LETTERS</b> , 28 May 1998, Vol.34, No.11, pp.1132-1133	1-16
A	JP, 10-319259, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 04 December, 1998 (04.12.98) (Family: none)	1-16
P, X	Michiko HARUMOTO, et al., "Isou Shift Chou Shuuki Fibre Grating"; <b>Electronics I; Transactions of General Meeting in 2000</b> , the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 07 March, 2000, C-3-69, page 249	1-16

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G02B 6/16, 6/10

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G02B 6/00-6/54, H04B 10/00-10/20

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
 Elsevier Science Server, SciSearch (DIALOG),  
 IEEE/IEE Electronic Library online [long-period <near/3> grating],  
 JICSTファイル (JOIS) [長周期\*グレーティング]

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	E P, 897124, A1 (Photonics Research Ontario), 17.	1-6
A	2月. 1999 (17. 02. 99) & J P, 11-174245, A	7-16
Y	WO, 95/22068, A1 (UNIVERSITY OF SYDNEY), 17. 8 月. 1995 (17. 08. 95), 第4頁第7行-第15行, 第5頁第28行-第6頁第24 行, 第1図 & E P, 749587, A1 & J P, 9-508713, A & U S, 5830622, A	1-6

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 12. 00

国際調査報告の発送日

26.12.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

福田 耳念

2月	2K	9514
3月		

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	春本道子ほか「縦列長周期ファイバグレーティングによるLバンド用利得等化器」；1999年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会講演論文集1, 16. 8月. 1999, C-3-72, 第178頁	1-16
A	LIU, Y. ET AL.: Phase shifted and cascaded long-period fiber gratings; Optics Communications, 1 June 1999, Vol. 164, pp. 27-31	1-16
A	LEE, B. H. ET AL.: Dependence of fringe spacing on the grating separation in a long-period fiber grating pair; APPLIED OPTICS, 1 June 1999, Vol. 38, No. 16, pp. 3450-3459	1-16
A	QIAN, J. R. ET AL.: Gain flattening fibre filters using phase-shifted long period fibre gratings; ELECTRONICS LETTERS, 28 May 1998, Vol. 34, No. 11, pp. 1132-1133	1-16
A	J P, 10-319259, A (住友電気工業株式会社), 4. 12月. 1998 (04. 12. 98) (ファミリーなし)	1-16
P, X	春本道子ほか「位相シフト長周期ファイバグレーティング」；2000年電子情報通信学会総合大会講演論文集, エレクトロニクス1, 7. 3月. 2000, C-3-69, 第249頁	1-16

E P

U S

P C T

## 特許協力条約

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[P C T 18条、P C T 規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号	FP00-0155-00	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 6 4 4 2	国際出願日 (日.月.年)	2 0 . 0 9 . 0 0	優先日 (日.月.年)
出願人 (氏名又は名称) 住友電気工業株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 18条) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。  
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。  
 この国際出願に含まれる書面による配列表  
 この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表  
 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。  
 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2.  請求の範囲の一部の調査ができない (第I欄参照)。

3.  発明の單一性が欠如している (第II欄参照)。

4. 発明の名称は  出願人が提出したものを承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は  出願人が提出したものを承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

## 6. 要約書とともに公表される図は、

第 6 B 図とする。  出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G02B 6/16, 6/10

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G02B 6/00-6/54, H04B 10/00-10/20

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

Elsevier Science Server, SciSearch (DIALOG),  
 IEEE/IEE Electronic Library online [long-period <near/3> grating],  
 JICSTファイル (JOIS) [長周期\*グレーティング]

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	E P, 897124, A1 (Photonics Research Ontario), 17.	1-6
A	2月. 1999 (17. 02. 99) & J P, 11-174245, A	7-16
Y	WO, 95/22068, A1 (UNIVERSITY OF SYDNEY), 17. 8 月. 1995 (17. 08. 95), 第4頁第7行-第15行, 第5頁第28行-第6頁第24 行, 第1図 & E P, 749587, A1 & J P, 9-508713, A & U S, 5830622, A	1-6

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す  
もの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日  
以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行  
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する  
文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって  
出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論  
の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明  
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以  
上の文献との、当業者にとって自明である組合せに  
よって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

13. 12. 00

## 国際調査報告の発送日

26. 12. 00

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

名前 印

2K 9514

電話番号 03-3581-1101 内線 3253



C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	春本道子ほか「縦列長周期ファイバグレーティングによるレバンド用利得等化器」; 1999年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会講演論文集1, 16. 8月. 1999, C-3-72, 第178頁	1-16
A	LIU, Y. ET AL.: Phase shifted and cascaded long-period fiber gratings; Optics Communications, 1 June 1999, Vol. 164, pp. 27-31	1-16
A	LEE, B. H. ET AL.: Dependence of fringe spacing on the grating separation in a long-period fiber grating pair; APPLIED OPTICS, 1 June 1999, Vol. 38, No. 16, pp. 3450-3459	1-16
A	QIAN, J. R. ET AL.: Gain flattening fibre filters using phase-shifted long period fibre gratings; ELECTRONICS LETTERS, 28 May 1998, Vol. 34, No. 11, pp. 1132-1133	1-16
A	J P, 10-319259, A (住友電気工業株式会社), 4. 12月. 1998 (04. 12. 98) (ファミリーなし)	1-16
P, X	春本道子ほか「位相シフト長周期ファイバグレーティング」; 2000年電子情報通信学会総合大会講演論文集, エレクトロニクス1, 7. 3月. 2000, C-3-69, 第249頁	1-16



4T

## 特許協力条約

PCT

## 国際予備審査報告

23 NOV 2001

(法第12条、法施行規則第56条)  
〔PCT36条及びPCT規則70〕

出願人又は代理人 の書類記号 FP00-0155-00	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/06442	国際出願日 (日.月.年) 20.09.00	優先日 (日.月.年) 20.09.99
国際特許分類 (IPC) Int. C17 G02B 6/16, 6/10		
出願人（氏名又は名称） 住友電気工業株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。

2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。

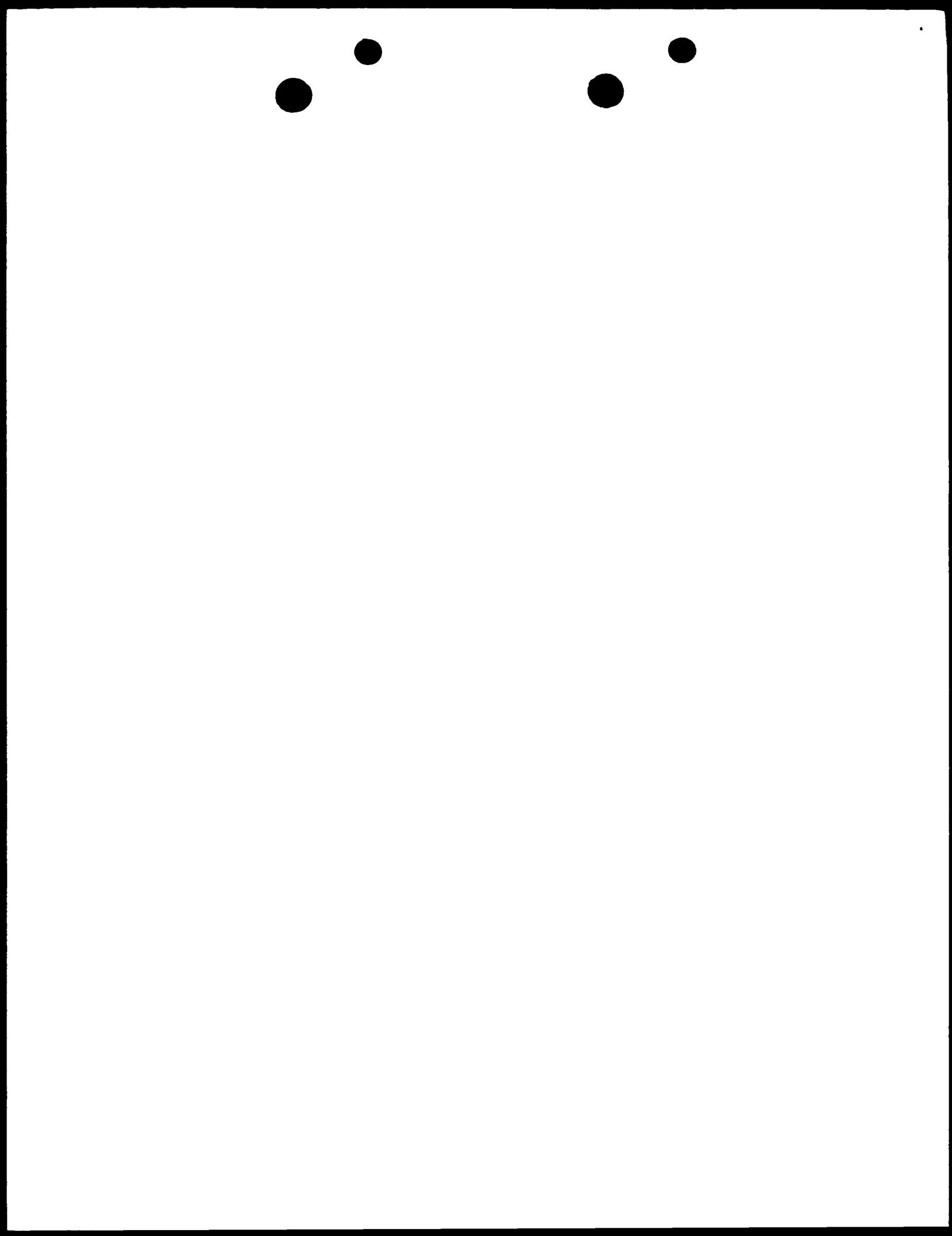
この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び／又はこの国際予備審査機関に対して訂正を含む明細書、請求の範囲及び／又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で        ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

I  国際予備審査報告の基礎  
II  優先権  
III  新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成  
IV  発明の単一性の欠如  
V  PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明  
VI  ある種の引用文献  
VII  国際出願の不備  
VIII  国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 14.02.01	国際予備審査報告を作成した日 07.11.01
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許予審査官（権限のある職員） 笛野 秀生 電話番号 03-3581-1101 内線 3253
	2K 9519

D



## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。（法第6条（PCT14条）の規定に基づく命令に応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。PCT規則70.16, 70.17）

 出願時の国際出願書類

<input type="checkbox"/> 明細書 第 _____	ページ、	出願時に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 明細書 第 _____	ページ、	国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 明細書 第 _____	ページ、	付の書簡と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 請求の範囲 第 _____	項、	出願時に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 請求の範囲 第 _____	項、	PCT19条の規定に基づき補正されたもの
<input type="checkbox"/> 請求の範囲 第 _____	項、	国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 請求の範囲 第 _____	項、	付の書簡と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 図面 第 _____	ページ 図、	出願時に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 図面 第 _____	ページ 図、	国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 図面 第 _____	ページ 図、	付の書簡と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 第 _____	ページ、	出願時に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 第 _____	ページ、	国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
<input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 第 _____	ページ、	付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
 PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、スクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

この国際出願に含まれる書面による配列表  
 この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
 出願後に、この国際予備審査（または調査）機関に提出された書面による配列表  
 出願後に、この国際予備審査（または調査）機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ～\_\_\_\_\_ ページ

5.  この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかつたものとして作成した。（PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1. における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。）



## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条 (PCT35条(2)) に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性 (N) 請求の範囲 1-16 有  
請求の範囲 \_\_\_\_\_ 無

進歩性 (I.S) 請求の範囲 8-13 有  
請求の範囲 1-7, 14-16 無

産業上の利用可能性 (I.A) 請求の範囲 1-16 有  
請求の範囲 \_\_\_\_\_ 無

## 2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

請求の範囲 1-6 及び 7, 14-16 について；

文献 1 : EP, 897124, A1 (Photonics Research Ontario), 17. 2月. 1999 (17. 02. 99)

文献 2 : WO, 95/22068, A1 (UNIVERSITY OF SYDNEY), 17. 8月. 1995 (17. 08. 95), 第4頁第7行-第15行, 第5頁第28行-第6頁第24行, 第1図

文献 3 : 春本道子ほか、「縦列長周期ファイバグレーティングによるLバンド用利得等化器」; 1999年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会講演論文集 1, 16. 8月. 1999, C-3-72, 第178頁

文献 4 : LIU, Y. ET AL. :Phase shifted and cascaded long-period fiber gratings; Optics Communications, 1 June 1999, Vol. 164, pp. 27-31

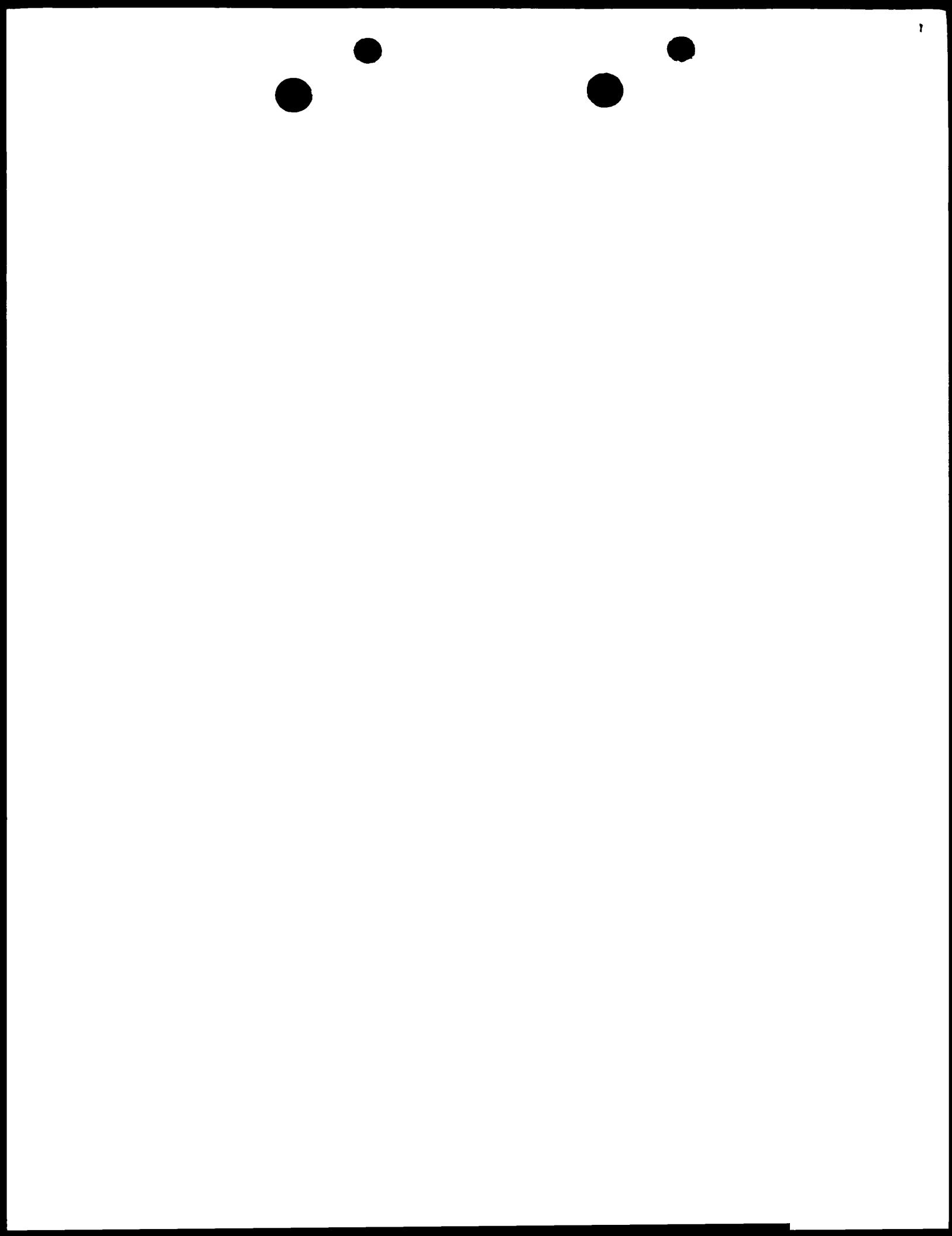
文献 5 : LEE, B. H. ET AL. :Dependence of fringe spacing on the grating separation in a long-period fiber grating pair; APPLIED OPTICS, 1 June 1999, Vol. 38, No. 16, pp. 3450-3459

文献 6 : QIAN, J. R. ET AL. :Gain flattening fibre filters using phase-shifted long period fiber gratings; ELECTRONICS LETTERS, 28 MAY 1998, Vol. 34, No. 11, pp. 1132-1133

文献 7 : JP, 10-319259, A (住友電気工業株式会社), 4. 12月. 1998 (04. 12. 98)

上記文献 1 には、振幅マスクを介して紫外線を照射することにより光導波路に長周期グレーティングを形成する方法において、振幅マスクに位相シフト領域を形成することによって、光導波路に形成する長周期グレーティングに対し位相シフト領域を形成する技術が開示されている。

上記文献 2 には、屈折率変調グレーティングが形成された光ファイバグレーティングに対して、位相シフト領域の形成及びグレーティングの光学特性の改変のために、局所化した紫外線を露光する後処理を行う技術が開示されている。



## 補充欄（いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること）

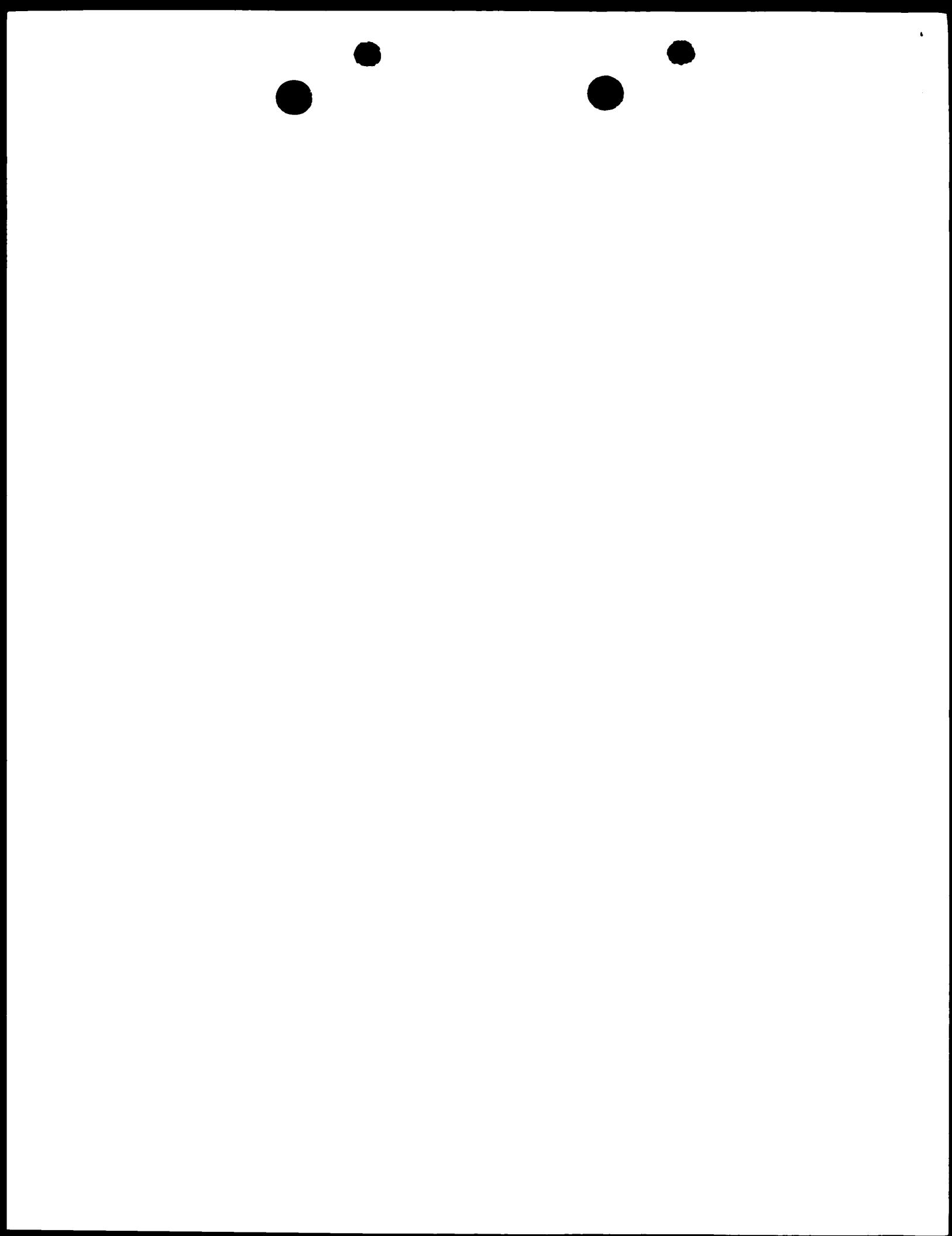
## 第 V.2 欄の続き

上記引用文献1に記載された長周期グレーティングにおける位相シフト領域の形成のため又は光学特性の改変のために、上記文献2に記載の局所的紫外線露光による後処理技術を適用することは、当業者にとって自明である。

この適用の結果出来上がった長周期グレーティングは、請求の範囲7において規定される「コアモードの位相回転量を変化させる位相シフト部材」を備える光損失フィルタとなると認められる。

そして、従属する請求の範囲2, 4-6, 14-16に記載の事項は、技術水準の範囲内のものに過ぎないと認められる（文献1, 2の他、一般的技術水準を示す文献3-7も参照のこと）。

よって、請求の範囲1-6及び7, 14-16に記載された発明は、上記文献1-7に基づいて、進歩性を有しない。



## PCT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

Date of mailing (day/month/year) 22 November 2000 (22.11.00)
---

Applicant's or agent's file reference FP00-0155-00 wt
--

International application No. PCT/JP00/06442
---

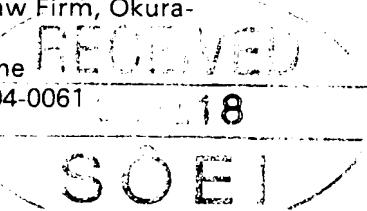
International publication date (day/month/year) Not yet published
--

Applicant SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. et al
---

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

HASEGAWA, Yoshiki  
Soei Patent and Law Firm, Okura-  
honkan  
6-12, Ginza 2-chome  
Chuo-ku, Tokyo 104-0061  
JAPON



## IMPORTANT NOTIFICATION

International filing date (day/month/year)  
20 September 2000 (20.09.00)

Priority date (day/month/year)  
20 September 1999 (20.09.99)

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
20 Sept 1999 (20.09.99)	11/265434	JP	15 Nove 2000 (15.11.00)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer  Khemais BRAHMI  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

003676164



## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

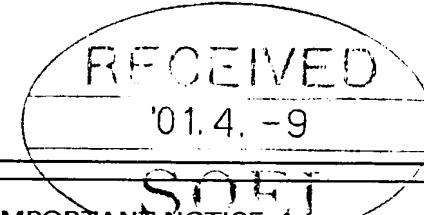
(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

Date of mailing (day/month/year) 29 March 2001 (29.03.01)	
Applicant's or agent's file reference FP00-0155-00	
International application No. PCT/JP00/06442	International filing date (day/month/year) 20 September 2000 (20.09.00)
Priority date (day/month/year) 20 September 1999 (20.09.99)	
Applicant SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. et al	

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

HASEGAWA, Yoshiki  
Soei Patent and Law Firm, Okura-  
honkan  
6-12, Ginza 2-chome  
Chuo-ku, Tokyo 104-0061  
JAPON



1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 29 March 2001 (29.03.01) under No. WO 01/22135

## REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

## REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer  J. Zahra  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06442

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G02B 6/16, 6/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02B 6/00-6/54, H04B 10/00-10/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Elsevier Science Server, SciSearch(DIALOG),  
IEEE/IEE Electronic Library online[long-period <near/3> grating],  
JICST FILE(JOIS) [long-period\* grating] (in Japanese)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP, 897124, A1 (Photonics Research Ontario), 17 February, 1999 (17.02.99)	1-6
A	& JP, 11-174245, A	7-16
Y	WO, 95/22068, A1 (UNIVERSITY OF SYDNEY), 17 August, 1995 (17.08.95), page 4, lines 7 to 15; page 5, line 28 to page 6, line 24; Fig. 1 & EP, 749587, A1 & JP, 9-508713, A & US, 5830622, A	1-6
A	Michiko HARUMOTO, et al., "Juuretsu Chou Shuuki Fibre Grating ni yoru L-band you Ritokutoukaki"; Transactions 1 of Electronics Society Meeting in 1999, 16 August, 1999, C-3-72, page 178	1-16
A	LIU, Y. ET AL.: Phase shifted and cascaded long-period fiber gratings; Optics Communications, 01 June 1999, Vol.164, pp.27-31	1-16
A	LEE, B.H. ET AL.: Dependence of fringe spacing on the grating separation in a long-period fiber grating pair;	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "F" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 December, 2000 (13.12.00)Date of mailing of the international search report  
26 December, 2000 (26.12.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06442

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	APPLIED OPTICS, 1 June 1999, Vol.38, No.16, pp.3450-3459	
A	QIAN, J.R. ET AL.: Gain flattening fibre filters using phase-shifted long period fibre gratings; ELECTRONICS LETTERS, 28 May 1998, Vol.34, No.11, pp.1132-1133	1-16
A	JP, 10-319259, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 04 December, 1998 (04.12.98) (Family: none)	1-16
P, X	Michiko HARUMOTO, et al., "Isou Shift Chou Shuuki Fibre Grating"; Electronics 1; Transactions of General Meeting in 2000, the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 07 March, 2000, C-3-69, page 249	1-16



37  
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference FP00-0155-00	<b>FOR FURTHER ACTION</b>	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA 416)
International application No. PCT/JP00/06442	International filing date (day month year) 20 September 2000 (20.09.00)	Priority date (day month year) 20 September 1999 (20.09.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G02B 6/16, 6/10		
Applicant	SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.	

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and or drawings which have been amended and are the basis for this report and or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I  Basis of the report
- II  Priority
- III  Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV  Lack of unity of invention
- V  Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability, citations and explanations supporting such statement
- VI  Certain documents cited
- VII  Certain defects in the international application
- VIII  Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 14 February 2001 (14.02.01)	Date of completion of this report 07 November 2001 (07.11.2001)
Name and mailing address of the IPEA JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/06442

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\* the international application as originally filed the description:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

 the claims:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19) \_\_\_\_\_

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

 the drawings:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

 the sequence listing part of the description:

pages \_\_\_\_\_, as originally filed

pages \_\_\_\_\_, filed with the demand

pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

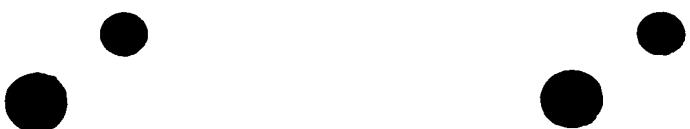
2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

 the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)). the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)). the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing: contained in the international application in written form. filed together with the international application in computer readable form. furnished subsequently to this Authority in written form. furnished subsequently to this Authority in computer readable form The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished. The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.4.  The amendments have resulted in the cancellation of: the description, pages \_\_\_\_\_ the claims, Nos. \_\_\_\_\_ the drawings, sheets fig. \_\_\_\_\_5.  This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(en) \*\*)

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

JP 00/06442

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	8-13	YES
	Claims	1-7, 14-16	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

Claims 1-6 and 7, 14-16

Document 1: EP, 897124, A1 (Photonics Research Ontario), February 17, 1999 (17.02.99)

Document 2: WO, 95/22068, A1 (University of Sydney), August 17, 1995 (17.08.95), page 4, lines 7 to 15; page 5, line 28 to page 6, line 24; Fig. 1

Document 3: Michiko HARUMOTO et al., "Juuretsu Chou Shuuki Fiber Grating ni yoru L-band you Ritokutoukaki", Proceedings 1 of the 1999 General Meeting of the IEEE Electronics Society, August 16, 1999 (16.08.99), C-3-72, page 178

Document 4: LUI, Y. et al., "Phase shifted and cascaded long-period fiber gratings", Optics Communications, June 1, 1999, Vol. 164, pp. 27-31

Document 5: LEE, B.H. et al., "Dependence of fringe spacing on the grating separation in a long-period fiber grating pair", Applied Optics, June 1, 1999, Vol. 38, No. 16, pp. 3450-3459

Document 6: QIAN, J.R. et al., "Gain flattening fibre filters using phase-shifted long period fiber gratings", Electronics Letters, May



28, 1998, Vol. 34, No. 11, pp. 1132-1133

Document 7: JP, 10-319259, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), December 4, 1998  
(04.12.98)

Document 1 discloses a method for forming a long-period grating in an optical waveguide by irradiating ultra-violet rays through an amplitude mask, wherein by forming a phase shifted area on the amplitude mask, a phase shifted area is formed with respect to the long-period grating formed in the optical waveguide.

Document 2 discloses the feature wherein, in order to form a phase-shifted area and modify the optical characteristics of the grating of an optical fiber grating in which a grating with a modulated refractive index is formed, a post-treatment is performed wherein the grating is exposed to localised ultra-violet light.

It would be obvious to a person skilled in the art to apply the post-treatment that uses localised ultra-violet light disclosed in Document 2 in order to form a phase shifted area or in order to modify the optical characteristics in the long-period grating disclosed in Document 1.

A long-period grating manufactured using the method discussed above is considered to be the optical loss filter provided with "a phase shifted member which modifies the amount of phase rotation of the core mode" that is defined in Claim 7.

The features set forth in dependent Claims 2, 4-6 and 14-16 fall within the state of the art. (See Documents 3 to 7, in addition to Documents 1 and 2, which reflect the general state of the art in this technical field.)



**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

JP 00/06442

Therefore, the inventions set forth in Claims 1-6, and 7, 14-16 do not involve an inventive step in the light of Documents 1 to 7.

